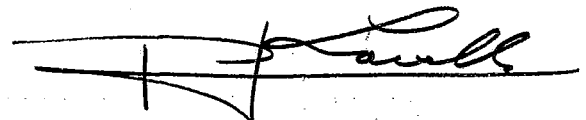


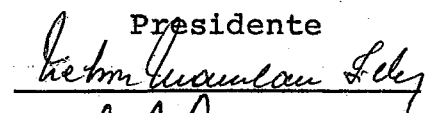
"MODELOS PARA AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE REDES DE TELEPROCESSAMENTO"

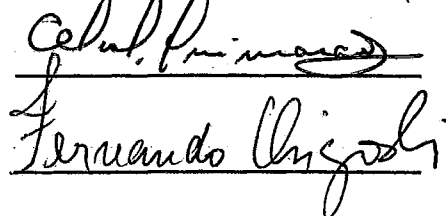
Cláudio Vieira de Castro

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS DE
PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JA
NEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO
GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIA (M.Sc.).

Aprovada por:



Presidente


Celso P. Pinheiro


Fernando Uzeda

RIO DE JANEIRO

ESTADO DA GUANABARA - BRASIL

OUTUBRO DE 1973

A meus pais .

AGRADECIMENTOS

- Ao Coordenador do Programa de Engenharia de Sistemas e Computação da COPPE/UFRJ, Nelson Maculan Filho, pelo apoio e incentivo indispensáveis à conclusão da presente pesquisa.

- Ao orientador da pesquisa, Pierre Jean Lavelle, por suas úteis sugestões.

RESUMO

O presente trabalho consiste na construção de modelos de simulação dos principais Sistemas de Transmissão de Dados, operando interativamente.

Supõe-se um conjunto de terminais conectados, através de concentradores, a um sistema computacional constituído por um único computador central ou, uma rede computadores.

Para cada sistema foi desenvolvido um programa codificado em GPSS (General Purpose Simulation Systems - IBM) e os resultados obtidos para os diferentes sistemas, operando em diversas circunstâncias, evidenciam a utilidade de tais modelos na avaliação de projetos de Redes de Teleprocessamento.

ABSTRACT

The present work is a design of simulation models for Data Transmission Systems operating interactively.

It is supposed that a set of terminals is connected , through concentrators, to one central computer or a computer network.

For each system, a model codified in GPSS (General Purpose Simulation System - IBM) was developped and the results of the simulation of these Systems, operating under different circumstances, makes evident the usefulness of such models in Teleprocessing Network design evaluation.

INDICE

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - Objetivos	1
1.2 - Por que simulação?	1
1.3 - Por que uma linguagem especial de simulação?	1
1.4 - Por que GPSS?	2
1.5 - Apresentação dos Sistemas de Transmissão de Dados	2
 CAPÍTULO 2 - CONSTRUÇÃO DOS MODELOS	 13
2.1 - Sistema clássico com uma partição	13
2.2 - Sistema clássico com duas partições	25
2.3 - Sistema clássico com três partições	27
2.4 - Rede de computadores	29
 CAPÍTULO 3 - EXEMPLOS DE SISTEMAS DE TRANSMISSÃO DE DADOS ..	 54
3.1 - Objetivo	54
3.2 - Apresentação dos exemplos	54
 CAPÍTULO 4 - IMPLEMENTAÇÃO DOS PROGRAMAS	 59
 CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES	 64
 BIBLIOGRAFIA	 67
 APÊNDICE 1 - ESQUEMAS DE SISTEMAS DE TRANSMISSÃO DE DADOS ..	 68

APÊNDICE 2 - FIGURAS RELACIONADAS COM A POLÍTICA DE TRATAMENTO DAS MENSAGENS NOS DIVERSOS EQUIPAMENTOS	71
APÊNDICE 3 - CODIFICAÇÃO DAS FUNÇÕES GPSS COMUNS A TODOS OS MODELOS	75
APÊNDICE 4 - TABELA DE TRANSFORMAÇÃO DAS CAPACIDADES DAS LINHAS	76
APÊNDICE 5 - FLUXOGRAMAS DOS MODELOS	77
APÊNDICE 6 - LISTAGENS DOS PROGRAMAS	88
APÊNDICE 7 - GRÁFICOS DO TEMPO DE RESPOSTA EM FUNÇÃO DA ENTRADA	168
APÊNDICE 8 - CARTÕES DE CONTROLE PARA O GPSS	174
APÊNDICE 9 - PROGRAMA FORTRAN UTILIZADO PARA CONTROLE DE MARGEM E NÚMERO DE LINHAS NA FOLHA DE IMPRESSÃO	175
APÊNDICE 10- NORMAL QUANTITY OF GPSS/360 ENTITIES	177

C A P Í T U L O 1

INTRODUÇÃO

1.1 - Objetivo

O presente trabalho tem o seguinte objetivo fundamental:
Obter modelos gerais de simulação para os principais sistemas de transmissão de dados, operando interativamente.

1.2 - Por que simulação?

A elaboração de um modelo matemático de teoria das filas para representar um sistema de transmissão de dados pode se tornar extremamente complexa [5] .

Como o objetivo é modelar diferentes sistemas de transmissão de dados, o trabalho total poderia se tornar impraticável.

1.3 - Por que uma linguagem especial de simulação?

O tempo de preparação de um modelo de simulação em uma linguagem tal como FORTRAN ou PL/1 é muito maior que o tempo correspondente à preparação do mesmo modelo em uma linguagem especial de simulação. É muito provável que, para preparar um único modelo de simulação, um conhecedor de FORTRAN não obtenha vantagem em investir o tempo necessário para aprender uma linguagem especial de simulação. Entretanto, quando o objetivo é preparar diferentes modelos, como é o caso presente, é altamente justificável o emprego de uma linguagem es

pecial de simulação.

1.4 - Por que GPSS ?

Os sistemas aqui apresentados são discretos. Devido a experiência anterior em GPSS, adquirida em estudo de simulação de linhas de comunicação [5], tal linguagem foi escolhida para modelar todos os sistemas.

1.5 - Apresentação dos Sistemas de Transmissão de Dados

1.5.1 - Sistema Clássico de Transmissão de Dados

É essencialmente constituído por um conjunto de terminais ligados a um centro de processamento por meio de linhas de transmissão. Os terminais podem ser teletipos sobre as quais operadores emitem mensagens, ou conversores A/D, no caso de controle de processos; as linhas de transmissão são, normalmente, linhas telefônicas; o centro de processamento é constituído por um computador central, normalmente de grande porte, que contém todos os programas de aplicação (processos) necessários ao tratamento das informações.

Concentradores e Multiplexadores

Os terminais estão conectados a concentradores ou multiplexadores por linhas de baixa velocidade. O número de concentradores dependerá do número de terminais, de sua distribuição geográfica, dos tipos de concentradores disponíveis com seus respectivos preços e ainda do custo das linhas. Há um programa, escrito em FOR

TRAN e PL/1, que determina a topologia mais econômica de interconecção dos terminais a concentradores, embora considere concentradores de um mesmo tipo [5] . A fim de não entrarmos nos méritos desse problema, a entrada de todos os sistemas aqui modelados é nos concentradores.

Linhas de Alta Velocidade

Os concentradores estão conectados ao Centro de Processamento por linhas de alta velocidade. As linhas usadas em transmissão de dados podem ter capacidade de 1200, 2400, 4800 e 9600 Bauds. Estes valores serão adotados nos exemplos do Capítulo 3 .

Esquema Geral

O esquema geral do Sistema Clássico de Transmissão de Dados está desenhado no Apêndice 1, fig. 1.1 . Há um total de n concentradores. Ao concentrador C_i estão conectados t_i terminais ($1 \leq i \leq n$). As linhas de transmissão LT_1, \dots, LT_n conectam os concentradores ao Centro de Processamento. Uma base de dados mantém uma cópia de cada processo usado no sistema e, sempre que um processo não residente na memória principal for solicitado, uma transferência é feita.

Em algumas situações, a ligação de custo mínimo é aquela em que alguns terminais são diretamente conectadas ao Centro de Processamento por linhas de baixa velocidade. As alterações nos modelos desenvolvidos no Capítulo 2 necessárias a abranger este caso

mais geral estão indicadas no mesmo capítulo. Entretanto, antes de se fazer as alterações, é preciso constatar se o erro de não considerá-las é maior do que o introduzido pela própria simulação.

Partições

O Computador Central poderá ter memória principal suficiente para conter um, dois ou, até mesmo, três processos. Cada processo ocupa uma partição da memória principal.

Um Sistema Clássico de Transmissão de Dados será dito "Sistema Clássico com uma Partição" caso o computador central tenha uma única partição. Analogamente, temos o "Sistema Clássico com duas Partições" e o "Sistema Clássico com três Partições".

No Capítulo 2 construímos um modelo para cada Sistema Clássico de Transmissão de Dados.

Desempenho dos Sistemas

A medida do desempenho dos Sistemas pode ser feita pelo Tempo de Resposta que, nos presentes modelos, é definido como o intervalo de tempo decorrido entre o instante em que uma mensagem tem origem num concentrador e o instante em que sua resposta é totalmente retornada ao concentrador de origem. Há ainda outros fatores a considerar no estudo da eficiência de um Sistema, tais como: ocupação das linhas de comunicação; tamanho das filas e área de memória necessárias; ocupação da unidade central de processamento.

Transferência de Processos

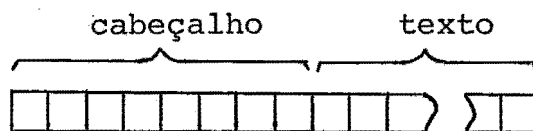
Denominamos "intercâmbio" a transferência de um processo da base de dados para a memória principal. O tempo necessário para a transferência total de um processo é denominado "tempo de intercâmbio".

Nos sistemas em que o tempo de intercâmbio é muito maior do que o tempo de processamento de uma mensagem, a degradação do tempo de resposta, no Centro de Processamento, se relaciona diretamente com o número de intercâmbios. Com os exemplos do Capítulo 3 podemos medir os efeitos dos intercâmbios sobre os desempenhos dos diversos sistemas em diversas circunstâncias e para os dados particulares escolhidos.

Mensagens

O veículo que se move pelas diversas partes dos sistemas aqui modelados, também denominado "unidade dinâmica do sistema", é a mensagem.

No presente trabalho, as mensagens são caracterizadas por um cabeçalho e um texto.



O cabeçalho é formado por um conjunto de caracteres usado para controle da mensagem no sistema.

Exemplo: caracteres identificadores dos pontos de origem e destino da mensagem, caracter identificador da prioridade da mensa

gem, caracter identificador do comprimento da mensagem, e outros [7] .

O texto contém a informação propriamente dita, transportada pela mensagem.

Aqui as mensagens transportam toda a informação necessária e suficiente ao seu processamento. O comprimento de uma mensagem é o número total de caracteres que a compõe.

As mensagens podem ter comprimento fixo ou variável e a atribuição de comprimento à uma mensagem pode obedecer a uma distribuição qualquer de probabilidades.

Erros na transmissão

Os modelos aqui desenvolvidos não consideram a retransmissão de uma mensagem devido à detecção de um erro. Caso o sistema real que está sendo simulado possua um código de detecção de erro com retransmissão automática, a solução é acrescentar às mensagens do modelo um comprimento virtual que dependerá da taxa de ocorrência do erro na linha de transmissão e do número de retransmissões permitidas até a recepção correta da mensagem.

Distribuição de Poisson

A taxa de geração das mensagens pode obedecer a uma distribuição qualquer de probabilidades. Entretanto, nos exemplos do Capítulo 3, usamos a distribuição de Poisson, o que é feito normalmente na prática. Da mesma maneira, empregamo-la na caracterização

do tempo de processamento de uma mensagem.

Numeração das Entidades

O termo usado para denotar um objeto de interesse num Sistema é "Entidade" [1] . Em GPSS, cada Entidade possui um número de identificação. A maneira de numerar as entidades deve obedecer a um critério a fim de que os blocos constantes do fluxograma do modelo independam das variáveis do sistema. As modificações nas variáveis controláveis de um Sistema deve afetar apenas as Funções, Variáveis e Savevalues GPSS, que correspondem aos dados de entrada do programa.

Programas de Simulação

O Sistema com uma Partição é o que requer maior número de intercâmbios para uma dada taxa de entrada das mensagens. Nos casos em que o congestionamento se verifica nas linhas de transmissão, pode-se adotar uma política bem simples para a gestão das mensagens no Computador Central. Isto não apenas induz a um programa de simulação mais simples, como também a um "software" mais econômico no sistema real correspondente.

Entretanto, nos sistemas dotados de linhas de transmissão de alta capacidade, a utilização do processador e as filas no computador central podem crescer proibitivamente. Em tais casos, é justificável o emprego de um "software" mais sofisticado de gestão das mensagens.

No Capítulo 2, seção 2.1, construímos os modelos correspondentes às duas políticas acima mencionadas.

Os Sistemas com duas e três Partições estão programados nas seções 2.2 e 2.3, respectivamente, sendo que o último foi desenvolvido a fim de se constatar os efeitos da ausência de intercâmbios. Assim, tal modelo não inclui uma base de dados e se aplica apenas no caso de três processos.

1.5.2 - Redes de Computadores

Considerações Gerais

Uma rede se caracteriza pela interconecção de dois ou mais computadores por meio de linhas de transmissão. Os computadores serão referidos como "nodos" da rede. Cada nodo possui um conjunto de tarefas especializadas além de uma cópia de cada processo relativo aos demais nodos da rede. As mensagens tem origem em diferentes pontos do Sistema e podem ser processadas em qualquer nodo. Um programa de controle especialmente projetado para administrar o fluxo das informações no Sistema Computacional tem, como principal tarefa, a distribuição de serviços ao longo da rede de tal maneira que os terminais não tomam conhecimento de qual nodo particular processou uma mensagem por ele enviada.

O modelo aqui desenvolvido pressupõe conjuntos de terminais conectados à rede por meio de concentradores, tal como o Sistema anterior (seção 1.5.1). Cada concentrador está conectado a um

nodo e teremos tantos nodos quanto o número de concentradores. O objetivo é desenvolver um programa geral que se aplique a um número qualquer de nodos e com topologia arbitrária.

Entretanto, a fim de tornar o programa compreensível, iremos sofisticando-o gradativamente a partir de um modelo inicial que resolve uma rede de n nodos, onde todos os pares de nodos estão interconectados por linhas de transmissão (Capítulo 2, seção 2.4.1).

O esquema completo de uma rede de três nodos está desenhado no Apêndice 1, fig. 1.2. O modelo geral está desenvolvido na seção 2.4.2.

A fim de evitar confusões, definiremos os seguintes termos:

Linha (CONCENTRADOR-COMPUTADOR) - é uma linha de transmissão que conecta um concentrador a um nodo da rede.

Linha (COMPUTADOR-COMPUTADOR) - é uma linha de transmissão que interconecta dois nodos da rede.

Terminais e Concentradores

A organização dos terminais e concentradores deve ser feita de tal maneira que uma mensagem originada em um concentrador tenha maior probabilidade de solicitar um dos processos residentes no nodo ao qual está conectado. Isto exercerá influência sobre o tempo de resposta do sistema, tornando-o menor quanto maior for aquela probabilidade. Portanto, a distribuição de probabilidades cor

respondente à solicitação de processo no sistema computacional de -
pende do conjunto de terminais em que a mensagem foi gerada.

Organização dos Nodos

As entidades relacionadas com um nodo N_i ($1 \leq i \leq n$)
de uma rede de n nodos são:

a) Fila de Processamento (notação: P_i)

é a fila na qual as mensagens a serem processadas no no-
do N_i aguardam pelo acesso à C.P.U.

b) Fila de Resposta aos Terminais (notação: R_i)

é a fila na qual as respostas destinadas aos terminais
conectados ao nodo N_i aguardam pelo acesso à linha.

c) Fila de Pergunta ao nodo N_j ($1 \leq j \leq n, j \neq i$) (notação: P_{ij})

é a fila na qual uma mensagem, ainda não processada, a-
guarda pelo acesso à linha L_{ij} que interconecta os nodos N_i e N_j .

d) Fila de Resposta ao nodo N_j ($1 \leq j \leq n, j \neq i$) (notação: R_{ij})

é a fila na qual uma mensagem, já processada, aguarda
pelo acesso à linha L_{ij} .

Desta forma, um nodo terá tantas filas de pergunta e
de resposta aos demais nodos quanto for o número de linhas (COMPUTA-
DOR-COMPUTADOR) a ele conectadas.

Topologia de uma Rede

A estrutura de uma rede será definida por meio de ma -

trizes, denominadas "Matrizes Topológicas da Rede".

Definições Preliminares:

- Dois nodos N_i e N_j de uma rede são ditos "direta - mente conectados" se e somente se existe uma linha L_{ij} que os interconecta.

- Dois nodos N_i e N_j de uma rede que não satisfaçam à definição acima são ditos "indiretamente conectados".

Definição de Matrizes Topológicas

É uma sequência de matrizes quadradas M_1, M_2, \dots, M_p , de ordem n (número de nodos da rede), e cujos elementos são obtidos da seguinte maneira:

Passo 1. Numera-se os n nodos da rede de 1 a n .

Passo 2. Para todo par de nodos N_i e N_j , indiretamente conectados, escolhe-se uma sequência

$$i, a_1, a_2, \dots, a_q, j$$

que representa o caminho tomado por qualquer mensagem para ir do nodo N_i ao nodo N_j e faz-se,

$$M_k(i, j) = a_k, \quad 1 \leq k \leq q$$

$$1 \leq i, j \leq n, i \neq j$$

onde,

nodo N_i é diretamente conectado ao nodo N_{a_1}

Nodo N_{a_k} é diretamente conectado ao nodo $N_{a_{k+1}}$

$$(1 \leq k \leq q-1)$$

nodo N_{a_q} é diretamente conectado ao nodo N_j .

Passo 3 - Toma-se para valor de p o máximo valor de q dentre todas as sequências do Passo 2. Esse é o número de matrizes topológicas da rede.

Passo 4 - Zerar os demais elementos das matrizes M_k ($1 \leq k \leq p$).

Defeitos nas linhas (COMPUTADOR-COMPUTADOR)

Certamente, quem projeta um Sistema de Transmissão de Dados constituído por uma Rede de Computadores, está interessado em saber qual a degradação do desempenho do sistema devido às falhas nas linhas que interconectam os nodos.

Assim, se uma ou mais linha é interrompida, a topologia original da rede é alterada uma vez que deixa de contar com as linhas danificadas e, após recuperar as mensagens perdidas nestas linhas, tudo se passa como se tivéssemos de simular uma nova rede para obter informações sobre o sistema reduzido.

A única alteração a ser feita no programa que simula a rede original é a recodificação das matrizes topológicas.

As linhas interrompidas aparecerão na saída do programa com utilização de 0%, assim como as filas de pergunta e resposta a elas associadas.

No Capítulo 3, é apresentado um exemplo típico, onde uma das linhas (COMPUTADOR-COMPUTADOR) de uma rede pentagonal foi interrompida.

C A P Í T U L O 2CONSTRUÇÃO DOS MODELOS2.1 - Sistema Clássico com uma Partição2.1.1 - Política Simples de Gestão das Mensagens

- a) unidade dinâmica : mensagens
- b) entrada: nos concentradores
- c) informações constantes nas mensagens:

Concentrador (ou linha de transmissão) em que teve origem , processo que solicitará no sistema de computação, tempo necessário ao seu processamento, comprimento (em número de caracteres) e comprimento da resposta correspondente (em número de caracteres).

- d) política de tratamento das mensagens:

Nos concentradores

Ao ter origem num concentrador C , a mensagem é dirigida à fila Q , onde aguardará pelo acesso à linha de transmissão L (Apêndice 2, fig. 2.1 a).

Uma resposta preparada no centro computacional, quando enviada ao concentrador C , é conduzida ao porto de distribuição D_i , $1 \leq i \leq r$, de acordo com o terminal ao qual ela se destina, sendo r o número de terminais conectados ao concentrador C (Apêndice 2, fig. 2.1 b).

No computador central

Quando uma mensagem chega ao computador central, por uma das linhas de transmissão, é imediatamente conduzida para a fila Q (Apêndice 2, fig. 2.2 a), onde aguardará pelo acesso à CPU. Assim que esta se encontrar livre, a primeira mensagem da fila é processada. Caso o processo solicitado não se encontre na memória principal, transfere-se-o da base de dados, antes de iniciar o processamento. O novo processo passa a residir na memória principal até que um outro intercâmbio seja exigido por uma nova mensagem. Em seguida, uma resposta é preparada e colocada em uma área de saída S, de onde é copiada em um porto de distribuição D_i , $1 \leq i \leq n$, de acordo com o concentrador ao qual ela se destina, aguardando pelo acesso à linha de transmissão correspondente (n é o número de concentradores).

Nas linhas de transmissão

As respostas destinadas aos terminais têm prioridade sobre as mensagens destinadas ao sistema computacional.

e) saída:

Estatísticas do tempo de resposta do sistema, das linhas de transmissão, das filas e áreas de memória e do processador.

f) variáveis controláveis:

Tempo médio de chegada das mensagens, número de con-

centradores (ou linhas de transmissão), número de processos, comprimento das mensagens e suas respostas correspondentes, capacidade das linhas de transmissão, tempo de intercâmbio dos processos e tempo médio de processamento das mensagens no computador central.

g) codificação do modelo:

Entidades estáticas

Filas dos concentradores e de processamento, linhas de transmissão e processador, área de saída no computador central.

Critério de numeração das entidades

Seja n o número de concentradores e linhas de transmissão.

Passo 1 - Numerar as filas dos concentradores com os n primeiros números naturais.

Passo 2 - Numerar as linhas de transmissão de tal modo que a linha número i esteja conectada ao concentrador cuja fila tem número i , obtido no Passo 1 ($1 \leq i \leq n$).

Passo 3 - Atribuir à fila de processamento e ao processador o número $(n+1)$.

Passo 4 - Atribuir à área de saída, no computador central, o número 1

Codificação das funções GPSS

n é o número de concentradores e linhas de transmissão.

Função 1 - FUNÇÃO EXPONENCIAL

Caracteriza o tempo de chegada das mensagens ao sistema. Sua codificação se encontra no Apêndice 3, cod 3.1 .

Função 2 - ATRIBUIÇÃO DE LINHA ÀS MENSAGENS GERADAS

Caracteriza o ponto de origem da mensagem no sistema.

2 FUNCTION RN1 , Dn

$$k_{1,1} / k_{1+k_2,2} / \dots / \sum_{i=1}^{n-1} k_{i,n-1} / \sum_{i=1}^n k_{i,n}$$

onde ,

$k_i (1 \leq i \leq n)$ é a probabilidade de se atribuir, à mensagem originada, a linha número i

$$\sum_{i=1}^n k_i = 1$$

Função 3 - ATRIBUIÇÃO DE PROCESSO ÀS MENSAGENS GERADAS

Especifica o processo solicitado pela mensagem que a referencia.

3 FUNCTION RN1 , D p

$$k_{1,1} / k_{1+k_2,2} / \dots / \sum_{i=1}^{p-1} k_{i,p-1} / \sum_{i=1}^p k_{i,p}$$

onde,

p é o número de processos .

$k_i (1 \leq i \leq p)$ é a probabilidade da mensagem solicitar o processo nº i .

$$\sum_{i=1}^p k_i = 1 .$$

Função 4 - COMPRIMENTOS DAS MENSAGENS GERADAS

Caracteriza o comprimento de cada mensagem.

4 FUNCTION RN1,Cj

$$0, c_0 / k_1, c_1 / k_1 + k_2, c_2 / \dots / \sum_{i=1}^{z-1} k_i, c_{z-1} / \sum_{i=1}^z k_i, c_z$$

onde,

$k_i (1 \leq i \leq z)$ é a probabilidade de se atribuir à mensagem um comprimento x tal que, $c_{i-1} \leq x \leq c_i$

$c_i (0 \leq i \leq z)$ representa um comprimento de mensagem.

c_0 é o menor número de caracteres em uma mensagem .

c_z é o maior número de caracteres em uma mensagem

$$c_{i-1} \leq c_i$$

$$j = z + 1$$

Função 5 - COMPRIMENTOS DAS RESPOSTAS AOS TERMINAIS

Caracteriza o comprimento das respostas correspondentes às mensagens que a referenciam.

Sua codificação segue a da Função 4.

Codificação das Variáveis GPSS

Variável 1

Contém, para cada mensagem que a referencia, o tempo de transmissão, pelas linhas de comunicação, da resposta correspondente preparada no computador central.

$$1 \quad \text{FVARIABLE} \quad (k * P5) / 100$$

onde,

k é função da capacidade das linhas e seu valor é obtido do Apêndice 4.

Variável 2

Contém o tempo total de CPU usado pelas mensagens que exigem um intercâmbio de processo antes de serem processadas.

$$2 \quad \text{VARIABLE} \quad P3 + K_j''$$

onde,

j é o tempo de intercâmbio .

Variável 3

Contém o tempo de transmissão, pelas linhas de comunicação, de toda mensagem que a referencia.

3 FVARIABLE (k * P4) / 100

onde,

k é função da capacidade das linhas e seu valor é obtido do Apêndice 4.

Conteúdo dos savevalues GPSS

Savevalues 1, 2, 3 e 4 : contém, respectivamente , o tempo médio de chegada das mensagens ao sistema, o número do processo que se encontra na memória principal, o tempo médio de processamento das mensagens e o número de identificação da fila de processamento e do processador.

h) fluxograma do sistema: Apêndice 5, fluxo 5.1 .

2.1.2 - Política mais Astuciosa de Gestão das Mensagens

O modelo aqui apresentado difere do anterior (seção 2.1.1) somente na política de tratamento das mensagens no computa-

dor central.

Política no Computador Central :

As mensagens provenientes das diferentes linhas de transmissão são colocadas nas filas L_1, L_2, \dots, L_p , conforme o processo por elas solicitado seja P_1, P_2, \dots, P_p , respectivamente (Apêndice 2, fig 2.2 b). Um programa de pesquisa consulta às filas L_i ($1 \leq i \leq p$) para saber se há alguma mensagem buscando acesso à CPU. Caso todas as filas se encontrem vazias, o programa de pesquisa zêra um bit especial B ($B=0$), deixando livre a CPU, e passa a aguardar uma chamada. Assim que uma mensagem entra em uma das filas de processamento, o bit B é excitado ($B=1$) e o programa de pesquisa é ativado, iniciando a procura de filas que têm mensagens a processar.

Antes de processar as mensagens de uma fila, o programa consulta o processo que se encontra atualmente na memória principal e, caso este não coincida com o solicitado pelas mensagens da referida fila, um intercâmbio é feito e todas as mensagens desta fila são processadas em seguida.

Tão logo uma dada fila é esvaziada, o programa de pesquisa testa novamente se há mensagens adicionais a serem processadas. Em caso positivo, o programa consulta na tabela de pesquisa a próxima fila a ser tratada e se esta não contém mensagens, uma nova fila é selecionada da tabela. Caso contrário, se todas as filas se encontram vazias, o bit B é zerado e o programa é desativado.

Após o processamento de uma mensagem, uma resposta é preparada e copiada na área S de saída, onde aguardará pelo acesso à linha de transmissão que lhe corresponde.

Codificação do Modelo:

Entidades Estáticas do Sistema

As mesmas do modelo anterior (seção 2.1.1 g), sendo que agora temos tantas filas de processamento quanto o número de processos no sistema.

Critério de Numeração das Entidades

É o mesmo da seção 2.1.1 g, onde o Passo 3 deve ser substituído por:

Passo 3' Atribuir ao processador o número (n+1)

Observação: Neste caso, a numeração das filas de processamento é feita automaticamente pelo programa GPSS.

Codificação das Funções GPSS

Idêntica à codificação adotada na seção 2.1.1 g com a inclusão da função abaixo, a qual simula a tabela consultada pelo programa de pesquisa.

6 FUNCTION P1,Dp

1, P₁ / 2, P₂ / ... / p, P_p

onde,

p é o número de processos, ou filas de processamento, no computador central.

P_j é o número de identificação da fila de processamento a ser pesquisada logo após a fila j .

$$\bigcup_{j=1}^p P_j = \{1, 2, \dots, p\}$$

Codificação das Variáveis GPSS

Variável 1

Idêntica à variável 3 do modelo anterior (seção 2.1.

1. g) .

Variável 2

Idêntica à variável 1 do modelo anterior.

Variável 3

Contém, a cada instante, o número total de mensagens nas filas de processamento.

$$3 \quad \text{VARIABLE} \quad CH1 + CH2 + \dots + CHp$$

onde,

p é o número de filas de processamento.

Conteúdo dos Savevalues GPSS

Savevalues 1, 2, 3, 4, 5 e 6

Contêm, respectivamente, o tempo médio de chegada das mensagens, o número do processo que se encontra na memória principal, o tempo médio de processamento das mensagens, o número de identificação do processador, o número $p+1$ (sendo p , o número de processos) e o tempo de intercâmbio de processos.

Fluxograma do Sistema

Apêndice 5, fluxo 5.2 .

2.1.3 - Modelo mais Geral

a) A fim de se admitir no sistema, linhas de transmissão com capacidades diferentes, pequenas alterações se fazem necessárias em cada modelo.

a.1 - Devemos definir uma nova função GPSS que, a cada linha, faça corresponder a sua capacidade

$$j \quad \text{FUNCTION} \quad P1, Dn$$

$$1, k_1 / 2, k_2 / \dots / n, k_n$$

onde

j é o número da nova função

n é o número de linhas de transmissão

$i (1 \leq i \leq n)$ é o número de identificação das linhas

k_i ($1 \leq i \leq n$) é a constante que representa a capacidade da linha i , e obtida do Apêndice 4 .

a.2 - As codificações das variáveis 1 e 3 tornam-se as mostradas abaixo:

1	FVARIABLE	$(FNj * P5) / 100$
3	FVARIABLE	$(FNj * P4) / 100$

onde,

j é o número da função definida acima.

b) Caso exista alguns terminais diretamente conectados ao sistema computacional, por linhas de baixa velocidade, sem passar por um concentrador intermediário, as alterações são as seguintes:

n é o número de concentradores

b.1 - Na seção 2.1.1. g, no critério de numeração das entidades, introduzimos o Passo 1' entre os Passos 1 e 2 .

Passo 1' - Numerar os r terminais, diretamente conectados ao sistema computacional, com os r números naturais subsequentes.

b.2 - Introduzir testes para desviar o fluxo das mensagens provenientes dos terminais, diretamente conectados ao sistema computacional.

teste 1. TEST LE P1,Kn, ROT1

é introduzido logo após a atribuição inicial de valores aos parâmetros de uma mensagem.

ROT1 é o rótulo da primeira instrução do programa que simula o interior do sistema computacional.

teste 2. TEST LE P1, Kn , ROT2

é a primeira instrução que tratará de uma mensagem logo após esta deixar o sistema computacional.

ROT2 é o rótulo da instrução TABULATE 1.

2.2 - Sistema Clássico com Duas Partições

2.2.1 - Modelo Simples

unidade dinâmica : mensagens

entrada: nos concentradores

informações constantes nas mensagens: idem seção 2.1.1 c

política de tratamento das mensagens:

Nos concentradores e linhas de transmissão

Idem seção 2.1.1 d

No Computador central

Ao chegar no centro computacional, a mensagem é copiada na fila Q , onde aguardará pelo acesso à CPU (Apêndice 2, fig. 2.3). Assim que a CPU estiver livre, a primeira mensagem da fila é tratada. Inicialmente é feito um teste para saber se o processo solicitado pela mensagem se encontra em uma das partições da memória principal. Em caso positivo, o processamento tem logo início. Caso contrário, é feito um intercâmbio da base de dados para a partição número 1. Seguindo-se ao processamento da mensagem, uma resposta é preparada e colocada na área de saída S de onde é copiada em um porto de distribuição $D_i (1 \leq i \leq n)$, de acordo com o concentrador ao qual é destinada, aguardando pelo acesso à linha de transmissão correspondente (n é o número de concentradores).

saída: idem seção 2.1.1 e

variáveis controláveis: idem seção 2.1.1 f

codificação do modelo:

Segue-se à codificação constante na seção 2.1.1 g, com exceção do conteúdo dos savevalues GPSS.

savevalues 1, 2, 3, 4 e 5

contêm, respectivamente, o número de identificação do processo que se encontra na partição 1 da memória principal, o número de identificação do processo que reside na partição 2, o tempo médio de chegada

das mensagens, o tempo médio de processamento das mensagens e o número de identificação da fila de processamento e da CPU.

fluxograma do sistema : Apêndice 5, fluxo 5.3 .

2.2.2 - Modelo mais Geral

Veja a seção 2.1.3 .

2.3 - Sistema Clássico com Três Partições

unidade dinâmica : mensagens

entrada : nos concentradores

informações constantes nas mensagens: idem seção 2.1.1 c

política de tratamento das mensagens :

Nos concentradores e linhas de transmissão

Idem seção 2.1.1 d .

No computador central

As mensagens provenientes dos concentradores são inicialmente colocadas na fila Q (Apêndice 2, fig. 2.4). Assim que a CPU se encontrar livre, a primeira mensagem da fila é processada. Em seguida, uma resposta é preparada e colocada numa área de saída S,

de onde é copiada em um porto de distribuição D_i ($1 \leq i \leq n$), de acordo com o concentrador ao qual é destinada, aguardando pelo acesso à linha de transmissão correspondente (n é o número de concentradores).

saída : idem seção 2.1.1 e .

variáveis controláveis : idem seção 2.1.1 f .

codificação do modelo :

Segue-se à seção 2.1.1 g , com as seguintes alterações:

a) Na codificação das funções GPSS, a função nº 3 é excluída, uma vez que qualquer mensagem encontrará o processo correspondente na memória principal.

b) Na codificação das variáveis GPSS, a variável 2 é excluída, uma vez que não há intercâmbio de processos.

c) Conteúdo dos savevalues GPSS

savevalues 1, 2 e 3

contêm, respectivamente, o tempo médio de chegada das mensagens, o tempo médio de processamento das mensagens e o número de identificação da fila de processamento e da CPU.

fluxograma do sistema : Apêndice 5, fluxo 5.4 .

2.4 - Rede de computadores

2.4.1 - Rede de n computadores onde qualquer par de nodos está interconectado por uma linha de transmissão.

a) Considerações gerais :

Cada nodo da rede está ligado a um único concentrador por uma única linha de transmissão.

Cada nodo da rede contém um único processo residente na memória principal. Os demais processos no sistema são copiados em uma base de dados para eventuais intercâmbios.

Todos os processos são considerados distintos e temos tantos processos quanto o número de nodos na rede.

A cada nodo da rede está associada uma base de dados.

b) Unidade dinâmica : mensagens

c) Entrada: nos concentradores

d) Informações constantes nas mensagens: idem seção 2.1.1 c

e) Política de tratamento das mensagens:

Nos concentradores

Idem seção 2.1.1 d .

Nos nodos da rede

Assim que uma mensagem chega a um nodo N_i , proveniente do concentrador C_i ($1 \leq i \leq n$), um de seus caracteres de controle é testado para saber se o processo por ela solicitado é especializado deste nodo. Em caso positivo, a mensagem é colocada imediatamente na fila de processamento P_i , onde aguarda pelo acesso à CPU (Apêndice 2, fig. 2.5). Tão logo a mensagem seja processada, uma resposta é preparada e copiada na fila R_i , onde aguardará pelo acesso à linha de transmissão L_i .

Caso contrário, ou seja, o processo seja especializado de um outro nodo N_j ($1 \leq j \leq n$, $j \neq i$), os comprimentos c_i e c_{ij} das filas P_i e P_{ij} , respectivamente, são comparados. Temos assim, dois casos a considerar:

1º caso: $c_{ij} \leq c_i$

A mensagem é colocada na fila P_{ij} onde aguardará pelo acesso à linha L_{ij} . Assim que esta se encontrar livre, a mensagem é enviada ao nodo N_j onde é copiada na fila de processamento P_j . Logo após o processamento da mensagem, a resposta correspondente é colocada na fila de resposta R_{ji} onde aguardará pelo acesso à linha L_{ij} . Assim que retornada ao nodo N_i , a resposta é colocada na área R_i de resposta aos terminais.

2º caso: $c_{ij} > c_i$

A mensagem é colocada na fila de processamento P_i , onde aguardará pelo acesso à CPU. Assim que o processador se encon-

trar livre, a mensagem é imediatamente tratada. Inicialmente, é feito um intercâmbio do processo solicitado, da base de dados para a memória principal. Logo após, tem início o processamento da mensagem e a resposta correspondente é colocada na fila R_i , aguardando pelo acesso à linha de transmissão L_i .

Nas linhas de transmissão (COMPUTADOR-CONCENTRADOR)

Idem seção 2.1.1 d .

Nas linhas de transmissão (COMPUTADOR-COMPUTADOR)

As respostas têm prioridade sobre as perguntas. Se duas respostas (perguntas) disputam o acesso à linha L_{ij} , nas cabeças das filas R_{ij} e R_{ji} (P_{ij} e P_{ji}), respectivamente, terá prioridade aquela que chegou primeiro à fila correspondente.

f) Saída:

Estatísticas do tempo de resposta do sistema, das linhas de transmissão, das filas e das unidades de processamento.

g) Variáveis controláveis:

Tempo médio de chegada das mensagens, número de nodos, comprimento das mensagens e suas respostas correspondentes, capacidade das linhas de transmissão, tempo de intercâmbio dos processos e tempo médio de processamento das mensagens nos nodos.

h) Codificação do modelo:

Entidades estáticas

Filas dos concentradores, de processamento, de resposta aos terminais, de pergunta de um nodo para outro e de resposta de um nodo para outro. Linhas de transmissão e processadores.

Critério de numeração das entidades

Seja n o número de nodos da rede.

Passo 1 - Atribui-se o número j à fila de processamento e ao processador do nodo N_j ($1 \leq j \leq n$).

Passo 2 - Atribui-se o número $(j+n)$ à fila de resposta aos terminais do nodo N_j e à linha de transmissão que une este nodo ao concentrador correspondente ($1 \leq j \leq n$).

Passo 3 - Atribui-se, arbitrariamente, às filas de pergunta e resposta entre os nodos da rede, os números $(2n+j)$, onde

$$1 \leq j \leq 2n(n-1) .$$

Passo 4 - Atribui-se, arbitrariamente, às linhas que conectam os nodos da rede, os números $(2n+j)$, onde $1 \leq j \leq C_n^2$.

Passo 5 - Atribui-se o número $(2n^2+j)$ à fila do concentrador associado ao nodo N_j ($1 \leq j \leq n$).

Codificação das funções GPSS

n é o número de nodos na rede.

A distribuição de probabilidades, segundo a qual são atribuídos os processos às mensagens originadas no sistema, varia

de acordo com o conjunto de terminais no qual a mensagem é gerada. Assim, teremos n distribuições diferentes que serão codificadas nas n primeiras funções do modelo.

Função j ($1 \leq j \leq n$) - ATRIBUIÇÃO DE PROCESSO ÀS MENSAGENS GERADAS NO NODO N_j

j FUNCTION $RN1, Dn$

$$k_{j1,1} / k_{j1} + k_{j2,2} / \dots / \sum_{i=1}^{n-1} k_{ji} , n-1 / \sum_{i=1}^n k_{ji,n}$$

onde,

k_{ji} ($1 \leq i, j \leq n$) é a probabilidade de uma mensagem originada no nodo N_j solicitar o processo número i .

$$\sum_{i=1}^n k_{ji} = 1 , \quad 1 \leq j \leq n$$

Função $(n+1)$ - FUNÇÃO EXPONENCIAL

Caracteriza a chegada das mensagens ao sistema. Sua codificação se encontra no Apêndice 3, cod. 3.1.

Função $(n+2)$ - ATRIBUIÇÃO DE NODO

Especifica o nodo da rede diretamente conectado ao conjunto de terminais de onde a mensagem que a referencia se originou.

(n+2) FUNCTION RN1,Dn

$$k_{1,1} / k_{1+k_2,2} / \dots / \sum_{i=1}^{n-1} k_{i,n-1} / \sum_{i=1}^n k_{i,n}$$

onde,

$k_i (1 \leq i \leq n)$ é a probabilidade de uma mensagem se originar no conjunto de terminais ligados ao nodo N_i .

$$\sum_{i=1}^n k_i = 1$$

Função (n+3) - ATRIBUIÇÃO DE FILA DE PERGUNTA

Especifica a fila de pergunta que uma mensagem deve ocupar para ir de um nodo a outro.

(n+3) FUNCTION V2,Dn(n-1)

$$k_{12,P_{12}} / k_{13,P_{13}} / \dots / k_{1n,P_{1n}} /$$

$$k_{21,P_{21}} / k_{23,P_{23}} / k_{24,P_{24}} / \dots / k_{2n,P_{2n}} /$$

.....

$$k_{i1,P_{i1}} / k_{i2,P_{i2}} / \dots / k_{i,i-1,P_{i,i-1}} / k_{i,i+1,P_{i,i+1}} /$$

$$/ \dots / k_{in,P_{in}} /$$

.....

$$k_{n1,P_{n1}} / k_{n2,P_{n2}} / \dots / k_{n,n-1,P_{n,n-1}}$$

onde,

k_{ij} é o valor assumido pela variável 2, quando a mensagem que a referencia é originada no nodo N_i e o processo por ela solicitado é especializado do nodo N_j .

$$1 \leq i, j \leq n, \quad i \neq j$$

P_{ij} é o número de identificação da fila de pergunta que a mensagem deve ocupar para ir do nodo N_i ao nodo N_j .

Função (n+4) - ATRIBUIÇÃO DE FILA DE RESPOSTA

Especifica a fila de resposta que a resposta correspondente a uma mensagem deve ocupar para ir de um nodo a outro.

A codificação desta função é idêntica à anterior, onde devemos substituir os P_{ij} por R_{ji} (fila de resposta do nodo N_j para o nodo N_i).

Função (n+5) - LINHAS DE TRANSMISSÃO ENTRE OS NODOS

Especifica a linha L_{ij} que conecta os nodos N_i e N_j

$$(1 \leq i, j \leq n, \quad i \neq j)$$

A codificação desta função é idêntica à anterior, onde devemos substituir os R_{ji} por L_{ij} .

Observe que $L_{ij} = L_{ji}$.

Função (n+6) - COMPRIMENTO DAS MENSAGENS GERADAS

Idem seção 2.1.1 g, Função 4.

Função (n+7) - COMPRIMENTOS DAS RESPOSTAS AOS TERMINAIS

Idem seção 2.1.1 g , FUNÇÃO 5 .

Codificação das Variáveis GPSS

Notações:

- n número de nodos da rede.
- k constante que depende das capacidades das linhas e obtida do Apêndice 4 .
- P1 parâmetro da mensagem que contém o número de identificação do nodo de origem.
- P2 parâmetro da mensagem que contém o número de identificação do processo por ela solicitado.
- P6 parâmetro da mensagem que contém o seu comprimento.
- P7 parâmetro da mensagem que contém o comprimento de sua resposta correspondente.
- P8 parâmetro da mensagem que contém o seu tempo de processamento.

Variável 1

Contém, para cada mensagem que a referencia, o número da linha de transmissão que liga o conjunto de terminais onde foi originada ao nodo correspondente na rede. Contém ainda o número de identificação da fila de resposta aos terminais naquele nodo.

1 VARIABLE P1+n

Variável 2

Variável de controle da rede que associa, para cada mensagem que a referencia, um número biunivocamente relacionado com o nodo onde a mensagem teve origem e o nodo especializado no processo por ela solicitado.

2 VARIABLE a*P1+P2

onde,

$$a = 10^b$$

sendo b , o número de algarismos de n .

Variável 3

Contém, para cada mensagem que a referencia, o tempo de transmissão da resposta correspondente pelas linhas (CONCENTRADOR-COMPUTADOR).

3 FVARIABLE (k*P7) / 100

Variável 4

Contém, para cada mensagem que a referencia, seu tempo de transmissão pelas linhas (COMPUTADOR-COMPUTADOR).

4 FVARIABLE (k*P6) / 100

Variável 5

Contém, para cada mensagem que a referencia, o tempo de transmissão de sua resposta correspondente pelas linhas (COMPUTADOR-COMPUTADOR).

5 FVARIABLE (k*P7) / 100

Variável 6

Contém o tempo de intercâmbio dos processos mais o tempo de processamento das mensagens.

6 VARIABLE s + P8

onde s é o tempo de intercâmbio de um processo, da base de dados para a memória principal.

Variável 7

Contém, para cada mensagem que a referencia, o número da fila do concentrador no qual foi originada.

7 VARIABLE P1 + Kr

onde,

$$r = 2n^2$$

Variável 8

Contém, para cada mensagem que a referencia, seu tempo de transmissão pelas linhas (CONCENTRADOR-COMPUTADOR).

8 FVARIABLE (k*P6) / 100

Conteúdo dos Savevalues GPSS

Savevalues 1 e 2

Contém, respectivamente, o tempo médio de chegada das

mensagens ao sistema e o tempo médio de processamento das mensagens.

i) Fluxograma do sistema: Apêndice 5, fluxo 5.5 .

2.4.2 - Rede de n computadores com topologia arbitrária

Reveja as notações empregadas na definição de matrizes topológicas na seção 1.5.2 . As considerações gerais são idênticas as da seção 2.4.1 a .

A unidade dinâmica, entrada no sistema e informações constantes nas mensagens seguem exatamente as especificações da seção 2.4.1 , itens b, c e d .

Política de Tratamento das Mensagens

Nos concentradores e linhas de transmissão

Idem seção 2.4.1 e .

Política nos Nodos da Rede

1º caso) A mensagem originada em um nodo N_1 solicita o processo especializado deste nodo.

Neste caso, a mensagem é copiada diretamente na fila de processamento P_1 onde aguarda pelo acesso à CPU. A resposta preparada é colocada na fila R_1 de resposta aos terminais, aguardando pelo acesso à linha de transmissão.

2º caso) A mensagem originada em um nodo N_i solicita o processo especializado do nodo N_j , diretamente conectado àquele.

Neste caso, o tratamento é idêntico ao ministrado no modelo anterior (seção 2.4.1 e) .

3º caso) A mensagem originada em um nodo N_i solicita o processo especializado de um nodo N_j , indiretamente conectado àquele.

Neste caso, o procedimento é o seguinte: Seja $i, a_1, a_2, \dots, a_q, j$, a sequência associada aos nodos N_i e N_j . Inicialmente, compara-se a fila P_i de processamento do nodo N_i com a fila P_{ia_1} de pergunta ao nodo N_{a_1} . Caso P_i tenha comprimento menor que P_{ia_1} , a mensagem é processada no nodo N_i . Caso contrário, a mensagem é enviada ao nodo N_{a_1} . Daí, compara-se a fila P_{a_1} de processamento no nodo N_{a_1} com a fila $P_{a_1a_2}$ de pergunta ao nodo N_{a_2} . Caso P_{a_1} tenha comprimento inferior que $P_{a_1a_2}$, a mensagem é processada no nodo N_{a_1} , usando-se intercâmbio de processos, e a resposta correspondente, devolvida ao nodo N_i . Caso contrário, a mensagem é enviada ao nodo N_{a_2} . E assim, sucessivamente, repete-se o procedimento até que a mensagem seja processada em algum nodo N_{a_k} ($1 \leq k \leq q$) ou no nodo N_j , especializado no seu processo. Portanto, a mensagem segue o seu caminho em direção ao nodo N_j , mas, em qualquer nodo intermediário, ela pode ser processada, interrompendo a sua viagem, e a resposta correspondente inicia o caminho de retorno ao nodo de origem N_i .

saída: Ídem seção 2.4.1 f .

variáveis controláveis : Idem seção 2.4.1 g , com a inclusão da topologia da rede.

codificação do modelo:

n representa o número de nodos da rede.

ℓ representa o número de linhas (COMPUTADOR-COMPUTADOR)

entidades estáticas do sistema

Idem seção 2.4.1 h

critério de numeração das entidades

Passo 1 - Idem seção 2.4.1 h, Passo 1 .

Passo 2 - Idem seção 2.4.1 h , Passo 2 .

Passo 3 - Atribui-se, arbitrariamente, às filas de pergunta e resposta entre os nodos da rede, os números $(2n+j)$, onde

$$1 \leq j \leq 4\ell$$

Passo 4 - Atribui-se, arbitrariamente, às linhas (COMPUTADOR - COMPUTADOR) os números $(2n+j)$, onde

$$1 \leq j \leq \ell$$

Passo 5 - Atribui-se o número $(2n+4\ell+j)$ à fila do concentrador associado ao nodo N_j , onde

$$1 \leq j \leq n$$

codificação das funções GPSS

Função $j (1 \leq j \leq n+2)$

Idem seção 2.4.1. h , Função $j (1 \leq j \leq n+2)$

Função (n+3) - ATRIBUIÇÃO DE FILA DE PERGUNTA

(n+3) FUNCTION V2, D2ℓ

todos os pontos são da forma (k_{ij}, P_{ij})

onde,

k_{ij} é o valor assumido pela variável 2 quando a mensagem que a referencia se encontra no nodo N_i e vai ser enviada ao nodo N_j , diretamente conectado àquele ($1 \leq i, j \leq n, i \neq j$)

P_{ij} é o número de identificação da fila de pergunta que a mensagem deve ocupar para ir do nodo N_i ao nodo N_j .

Obs: Sô constará na função os k_{ij} para os quais os nodos N_i e N_j são diretamente conectados.

Função (n+4) - ATRIBUIÇÃO DE FILA DE RESPOSTA

Codificação idêntica a anterior, onde devemos substituir os P_{ij} por R_{ji} (número de identificação da fila de resposta do nodo N_j para o nodo N_i).

Função (n+5) - LINHAS DE TRANSMISSÃO ENTRE OS NODOS

Codificação idêntica a anterior, onde devemos substituir os R_{ji} por L_{ij} (nº de identificação da linha que conecta os nodos N_i e N_j).

Nesta função, temos: $L_{ij} = L_{ji} (1 \leq i, j \leq n, i \neq j)$.

Funções (n+6) e (n+7)

Idem seção 2.4.1 h, Funções (n+6) e (n+7) .

codificação das variáveis GPSS

A única variável que difere das definidas na seção 2.4.1 h é a número 7 .

Variável 7

7 VARIABLE Pl+Kr

onde,

$$r = 2n + 4\ell$$

Neste sistema há ainda uma variável auxiliar, cuja codificação é a seguinte:

Variável 9

9 VARIABLE l0+Pj

onde,

$$j = 13 + q_{\text{MAX}}$$

conteúdo dos savevalues GPSS

Idem seção 2.4. 1 h .

Codificação das matrix-savevalues GPSS

j MATRIX H, n, n

onde,

$$1 \leq j \leq q_{MAX}$$

Obs: Apenas os elementos não nulos das matrizes topológicas devem ser inicializados na declaração INITIAL .

Informações adicionais introduzidas nos parâmetros das mensagens no interior do modelo

A fim de se compreender bem a lógica do fluxograma do sistema vamos considerar a informação necessária para controlar o fluxo das mensagens entre os nodos da rede.

Os elementos da sequência $i, a_1, a_2, \dots, a_q, j$ estarão contidos, respectivamente, nos parâmetros $P_{10}, P_{11}, \dots, P_{(10+q)}, P_{(11+q)}$ das mensagens.

Seja q_{MAX} o máximo dos q dentre todas as sequências do tipo $i, a_1, a_2, \dots, a_q, j$. O parâmetro $P_{(13+q_{MAX})}$ servirá de ponteiro para os outros parâmetros a fim de identificar a posição da mensagem na rede.

O parâmetro $P_{(12+q_{MAX})}$ é nulo para todas as mensagens e servirá de referência ao ponteiro.

Fluxograma do sistema

Apêndice 5, fluxo 5.6 .

2.4.3 - Considerações sobre um modelo mais geral

a) Defeito nas linhas (COMPUTADOR-COMPUTADOR)

Única alteração no modelo: recodificar as matrizes topológicas, atribuindo novos caminhos para as mensagens.

b) Linhas (CONCENTRADOR-COMPUTADOR) com capacidades diferentes

Caso as linhas que unem os concentradores aos nodos da rede tenham capacidades diferentes, as únicas alterações necessárias no programa GPSS são as seguintes:

Notações: n é o número de nodos da rede e,

$$j = n + 8$$

Variável 8

8 FVARIABLE (FNj*P6) / 100

Variável 3

3 FVARIABLE (FNj*P7) / 100

Função j

Esta função definirá para cada linha de transmissão a sua capacidade.

j FUNCTION V1,Dn

$n+1,k_1 / n+2,k_2 / \dots / 2n,k_n$

onde,

$n+i$ é o número de identificação atribuído às linhas (CONCENTRADOR-COMPUTADOR)

k_i é a constante representativa da capacidade da linha número $(n+i)$ e obtida do Apêndice 4 .

$$1 \leq i \leq n$$

c) Linhas (COMPUTADOR-COMPUTADOR) com capacidades diferentes

Caso as linhas que conectam os nodos da rede tenham capacidades diferentes, as alterações necessárias no programa GPSS são as seguintes:

Notações:

n é o número de nodos da rede ,

l é o número de linhas (COMPUTADOR-COMPUTADOR) e

$$j = n + 9$$

Variável 4

4 FVARIABLE (FNj*P6) / 100

Variável 5

5 FVARIABLE (FNj*P7) / 100

Função j

Função que definirá para cada linha (COMPUTADOR-COMPUTADOR) a sua capacidade

j FUNCTION P4, D ℓ

$$\ell_1, k_1 / \ell_2, k_2 / \dots / \ell_{\ell}, k_{\ell}$$

onde,

ℓ_i é o número de identificação atribuído às linhas (COMPUTADOR-COMPUTADOR)

$$\ell_i < \ell_{i+1} , 1 \leq i \leq \ell-1$$

k_i é a constante representativa da capacidade da linha ℓ_i e obtida do Apêndice 4.

$$1 \leq i \leq \ell$$

d) Há alguns terminais diretamente conectados ao sistema computacional, por linhas de baixa velocidade, sem passar por um concentrador intermediário.

Neste caso, os nodos da rede poderão estar conectados a um número qualquer de terminais, por linhas de baixa velocidade, além da conexão a um concentrador por uma linha de alta velocidade.

As modificações do modelo são as seguintes:

- d.1 Numerar os r terminais, diretamente conectados à rede, com os números $n+j$, $1 \leq j \leq r$.
- d.2 Incluir na Função $(n+2)$ os r pontos adicionais, correspondentes aos terminais em questão.

- d.3 Definir uma função que associe, a cada terminal em questão, o número do nodo ao qual está conectado.
- d.4 Para cada mensagem proveniente dos terminais em questão, guardar o número do terminal de origem num parâmetro P_k e, usando a função acima definida, atribuir ao parâmetro P_l o número do nodo correspondente.
- d.5 No ponto do fluxograma onde a resposta a uma mensagem vai ser devolvida ao terminal de origem, incluir um teste, usando o parâmetro P_k , acima mencionado, a fim de orientar a mensagem para o ponto correto.

e) Há mais processos do que nodos na rede.

Admitamos que:

- Cada nodo da rede é especializado em um número qualquer de processos;
- Cada nodo da rede tem memória principal disponível para manter residente todos os seus processos especializados;
- Os processos não especializados de cada nodo da rede ficarão arquivados na base de dados correspondente;
- Pode haver processos não especializados de qualquer nodo da rede, os quais se encontrarão arquivados em todas as bases de dados do sistema.

Vejamos agora as alterações no programa GPSS necessárias para satisfazer as considerações acima.

Notações:

n é o número de nodos da rede ,

p_j ($1 \leq j \leq n$) é o número de processos especializados do nodo N_j ,

p_{kr} ($1 \leq k \leq n, 1 \leq r \leq p_k$) representa os processos especializados do nodo N_k ,

p_{n+1} é o número de processos não especializados de qualquer nodo.

Critério para alterações

Passo 1 Numerar todos os processos de acordo com o seguinte algoritmo:

- (1) Faça $j=0$, $i=1$
- (2) Numerar de $j+1$ à $j+p_i$ todos os processos especializados do nodo N_i
- (3) Faça $j=j+p_i$, $i=i+1$
- (4) Se $i \leq n$, vá para (2)
- (5) Numerar de $j+1$ à $j+p_{n+1}$ todos os processos não especializados do sistema.

Passo 2 Substituir no fluxograma (Apêndice 5, fluxo 5.6) o terceiro bloco ("ASSIGN 2, FN*1") pelos seguintes:

ASSIGN 9, FN*1

ASSIGN 2, FNj

onde,

$$j = n+10$$

Passo 3 Definir a função j ($j=n+10$) como segue:

j FUNCTION $P9,D(n+1)$

$$p_{1,1} / p_{1,2} / \dots / \sum_{i=1}^n p_{i,n} / \sum_{i=1}^{n+1} p_{i,0}$$

Se $p_{n+1} = 0$, não há o último ponto da função acima e as alterações se encerram aqui.

Caso contrário ($p_{n+1} \neq 0$), prossiga no Passo 4.

Passo 4

1. Colocar no décimo terceiro bloco do fluxograma ("QUEUE *1") o rótulo XXX.
2. Introduzir, logo após o décimo primeiro bloco ("RELEASE V1"), o bloco de teste abaixo.

TEST NE P2,KO,XXX

3. Colocar no décimo sexto bloco do fluxograma ("ADVANCE P8") o rótulo YYY.
4. Introduzir, logo após o décimo quinto bloco ("DEPART *1"), os blocos abaixo.

TEST E P2,KO,YYY
ADVANCE Kr

onde, r é o tempo de intercâmbio.

O procedimento adotado no Passo 4 mostra que, quando

uma mensagem solicita um processo não especializado de qualquer nodo, o processamento deve ser efetuado no próprio nodo de origem da mensagem, após um intercâmbio de processos.

f) Hã redundância de processos

Vamos admitir agora que alguns processos são especializados de mais de um nodo, ou seja, dois ou mais nodos contêm, em memória principal, o mesmo processo. Neste caso adotaremos a seguinte política de gestão das mensagens nos nodos da rede.

1º caso) O processo solicitado é especializado do nodo de origem da mensagem.

Neste caso, o processamento é efetuado no próprio nodo, quer o processo seja ou não redundante.

2º caso) O processo solicitado não é especializado do nodo de origem da mensagem.

Neste caso, tratando-se de um processo redundante, a mensagem será enviada ao nodo especializado mais próximo do nodo de origem. Se dois ou mais nodos se encontram à mesma distância do nodo de origem, então um deles é escolhido arbitrariamente.

Tratando-se de um processo não redundante, a política é idêntica a adotada no sistema anterior (seção 2.4.2).

As alterações correspondentes no programa GPSS ocorrerem nas n primeiras funções. Os processos serão inicialmente numerados tratando-se os processos redundantes como se fossem distin

tos (seção 2.4.3 e, Passo 1). Assim, cada processo redundante terá mais do que um número de identificação. Logo, na função $j(1 \leq j \leq n)$, o número de identificação escolhido para um processo redundante será o correspondente ao nodo mais próximo do nodo N_j .

g) Política de gestão das mensagens

Como foi visto anteriormente, a decisão de enviar uma mensagem, atualmente no nodo N_i , a um outro nodo N_j se baseia unicamente na comparação direta entre os comprimentos das filas de processamento do nodo N_i e de pergunta ao nodo N_j . Entretanto, este critério de decisão será aceitável para o caso particular em que o retardo médio nas linhas de transmissão é aproximadamente igual ao retardo médio nos nodos.

A fim de tornar o critério de decisão mais flexível, podemos comparar a fila de processamento de um nodo N_i com a fila de pergunta a outro nodo N_j multiplicada por um fator k_{ij} , que dependerá dos nodos N_i e N_j .

As alterações a serem efetuadas no programa GPSS, desenvolvido na seção 2.4.2, são:

Substituir, no bloco "TEST LE Q*3,Q*1,PULO", o argumento Q*3 por V_j , sendo j o número da variável abaixo codificada.

j FVARIABLE FNi*(Q*3)

sendo i , o número da função abaixo.

i FUNCTION P3,D2ℓ

todos os pontos são da forma (a_{ij}, k_{ij})

onde,

a_{ij} é o número da fila de pergunta P_{ij} do nodo N_i ao nodo N_j
 $(1 \leq i, j \leq n, i \neq j)$.

k_{ij} é o fator multiplicativo da fila de pergunta P_{ij} .

C A P Í T U L O 3

EXEMPLOS DE SISTEMAS DE TRANSMISSÃO DA DADOS

3.1 - Objetivo

Este capítulo tem dois objetivos fundamentais:

- a) Ilustrar o uso dos modelos desenvolvidos no Capítulo 2.
- b) Obter resultados sobre diferentes sistemas de transmissão de dados.

3.2 - Apresentação dos Exemplos

Todos os sistemas aqui apresentados tem as seguintes especificações comuns:

- a) A chegada das mensagens segue a distribuição exponencial (Apêndice 3, cod. 3.1).
- b) O comprimento das mensagens originadas nos terminais pode variar entre 10 e 50 caracteres, com igual probabilidade (Apêndice 3, cod. 3.2).
- c) O comprimento das respostas aos terminais pode variar entre 10 e 2000 caracteres, de acordo com a distribuição caracterizada pela função codificada no Apêndice 3, cod.3.3. (Os dois últimos exemplos da seção 3.2.3 usam, na atribuição de comprimento às respostas, a função codificada no Apêndice 3, cod. 3.4).

- d) A atribuição de um concentrador às mensagens é equiprovável.
- e) O tempo médio de processamento das mensagens é 2 milisegundos.
- f) O tempo de intercâmbio de qualquer processo, da base de dados para a memória principal, é 140 milisegundos.
- g) Não há terminal diretamente conectado ao sistema computacional, ou seja, sem passar por um concentrador intermediário.

3.2.1 - Sistemas Clássicos

Especificações:

- a) Três concentradores conectam um conjunto de terminais ao computador central.
- b) Três processos distintos estão arquivados na base de dados, tendo a mesma probabilidade de serem solicitados.

Do Capítulo 2 (seções 2.1, 2.2 e 2.3), usando-se as especificações anteriores, obtemos os programas GPSS, cujas listagens se encontram no Apêndice 6 (List. 6.1 à List. 6.4).

Os sistemas foram simulados para linhas de 1200, 2400, e 9600 Bauds.

3.2.2 - Rede de Três Nodos

Especificações:

- a) Cada nodo da rede está conectado a um conjunto de terminais por um único concentrador.
- b) Cada nodo da rede contém um único processo na memória principal.
- c) A cada nodo da rede está associada uma base de dados que contém cópia dos demais processos no sistema.
- d) Há três processos distintos, cada qual especializado de um nodo.
- e) A distribuição de probabilidades segundo a qual as mensagens solicitam os processos na rede é tal que, se uma mensagem tem origem num dado nodo, a probabilidade de solicitar o processo especializado deste nodo é 50%, enquanto que os 50% restantes são igualmente distribuídos entre os demais processos.

Do Capítulo 2 (seção 2.4.1), usando-se as especificações anteriores, obtemos os programas GPSS listados no Apêndice 6 (List. 6.5).

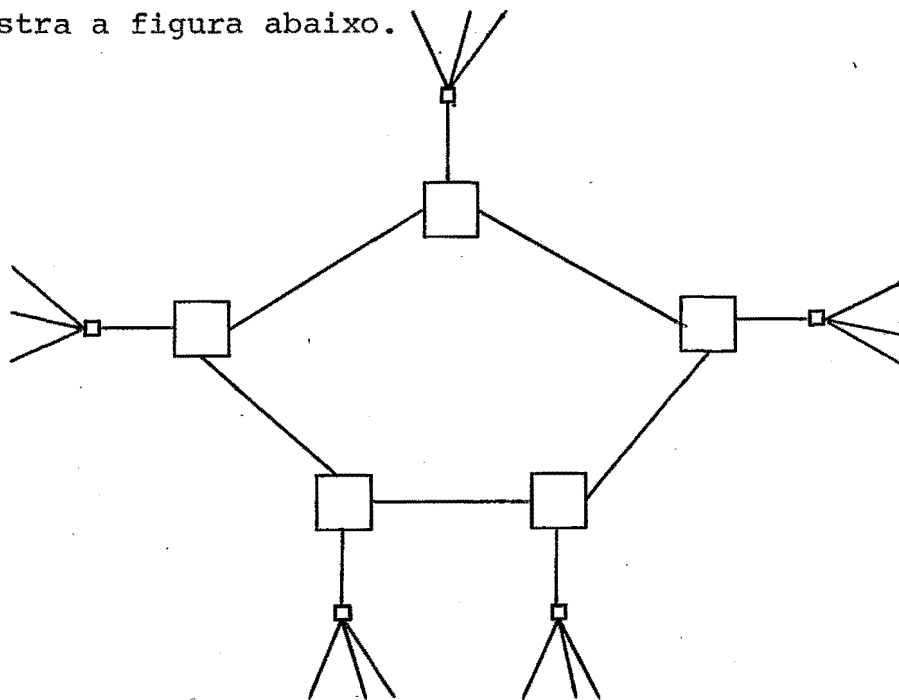
A rede foi simulada para linhas (CONCENTRADOR-COMPUTADOR) de 2400 Bauds e para linhas (COMPUTADOR-COMPUTADOR) de 4800, 9600 e 50000 Bauds.

3.2.3 - Rede de Cinco Nodos

Especificações:

a) Idem, seção 3.2.2, itens a,b,c e e.

b) Os nodos estão interligados na forma de um pentágono, como mostra a figura abaixo.



c) A capacidade das linhas (CONCENTRADOR-COMPUTADOR) é 2400 B e das linhas (COMPUTADOR-COMPUTADOR), 4800 e 50000 B.

Do Capítulo 2 (seção 2.4.2), usando-se as especificações anteriores, obtemos os cinco programas GPSS listados no Apêndice 6 (List. 6.6). Nos dois primeiros temos cinco processos cada qual especializado de um nodo, sendo que, no segundo, os nodos 1 e 5 foram desconectados; no terceiro acrescentamos seis processos não especializados de qualquer nodo; no quarto temos um processo especializado dos nodos 1, 2 e 3, e outro, especializado dos nodos 4 e

5, e, no último, temos novamente cinco processos distintos com as especificações abaixo.

- 1 - linhas (COMPUTADOR-COMPUTADOR) : 50000 Bauds
- 2 - Comprimento das respostas : Apêndice 3, cod. 3.4 .
- 3 - Política no interior da rede : $K_{ij} = .5$ ($1 \leq i$, $j \leq 5$, $i \neq j$)-
Capítulo 2, seção 2.4.3 g) .

Os tempos de resposta dos sistemas aqui apresentados estão plotados no Apêndice 7.

C A P Í T U L O 4

IMPLEMENTAÇÃO DOS PROGRAMAS

Dado um Sistema de Transmissão de Dados, pesquisa - se o modelo que melhor lhe representa e segue-se o procedimento abaixo.

Passo 1 - Desenhar o esquema do sistema a partir dos concentradores, incluindo todas as filas e unidades de serviço.

Passo 2 - Numerar todas as entidades de acordo com o critério estabelecido para o modelo em questão.

Passo 3 - Codificar as funções, variáveis e savevalues GPSS.

Passo 4 - Caso o modelo em questão corresponda a uma rede com topologia arbitrária, definir as matrizes topológicas.

Passo 5 - Atribuir valores numéricos aos parâmetros constantes no fluxograma do modelo.

Passo 6 - Inicializar todos os savevalues e matrix savevalue GPSS.

Passo 7 - Juntar ao programa fonte os cartões de controle do GPSS (Apêndice 8).

Saída do Programa

O formato da saída do programa GPSS é padronizado. Entretanto, para se obter controle de margem e de número de linhas por página na folha de impressão, pode-se dividir o programa em duas eta

pas: na primeira, os cartões são lidos e a listagem é guardada em disco; na segunda, um programa FORTRAN lê o arquivo no disco e lista na impressora com o formato desejado. O cartão de controle DOUTPUT passa a ser, por exemplo:

```
//DOUTPUT DD DSN=&&CVCSAI,UNIT=2314,VOL=SER=LIXO01,DISP=(NEW,PASS);  
//      DCB=(RECFM=VS,LRECL=137,BLKSIZE=141),SPACE=(CYL,(2,1))
```

A codificação da segunda etapa, com o programa FORTRAN usado no presente trabalho, se encontra no Apêndice 9.

O controle da listagem dos resultados é feito pela saída especial do GPSS [3] .

Limitações

O GPSS/360 faz alocação automática de memória de acordo com o parâmetro PARM do cartão de controle EXEC do OS/360 [4] . No presente trabalho foi usada a versão de 128K, a qual utiliza 42.240 bytes na alocação de quantidades normais de entidades (Apêndice 10) e 14.400 bytes na alocação de uma área comum a todas as entidades. A fim de otimizar a ocupação dos 56.640 bytes disponíveis, uso deve ser feito da instrução REALLOCATE fornecida pelo GPSS [4] .

Qual o número máximo de nodos em uma rede que se pode simular com o programa geral (Capítulo 2, seção 2.4.2)?

Para responder a esta pergunta vamos considerar todos os nodos interconectados entre si, tendo-se assim o maior número possível de linhas (COMPUTADOR=COMPUTADOR) e de filas de pergunta

e resposta para uma rede de n nodos. O quadro abaixo fornece, para cada tipo de entidade usada pelo programa, a quantidade de memória (em bytes) necessária.

<u>Entidade</u>	<u>Nº de bytes (*)</u>
Unidades de serviço	$14n(n+3)$
Filas	$32n(2n+1)$
Tabelas	128
Funções	$8(4n^2+2n+85)$
Variáveis	756
Savevalues GPSS	8
Matrix savevalues GPSS	$2n^2+24$
Blocos	972
Transações	$64x$

(*) Notações:

n é o número de nodos da rede

x é o número máximo de transações ativas, durante toda a simulação.

O número total de bytes usados pelo programa será,

$$112n^2 + 90n + 64x + 2656$$

Como x é função de n e da taxa de chegada das mensagens ao sistema, vamos admitir inicialmente que para uma utilização média das linhas em torno de 60%, o número máximo de mensagens ativas durante toda a simulação não exceda 80.

O valor máximo de n é calculado pela seguinte inequação:

$$112n^2 + 90n + 7776 \leq 56.640$$

com n inteiro > 1

cujas soluções são:

$$n \in \{2, 3, \dots, 20\}$$

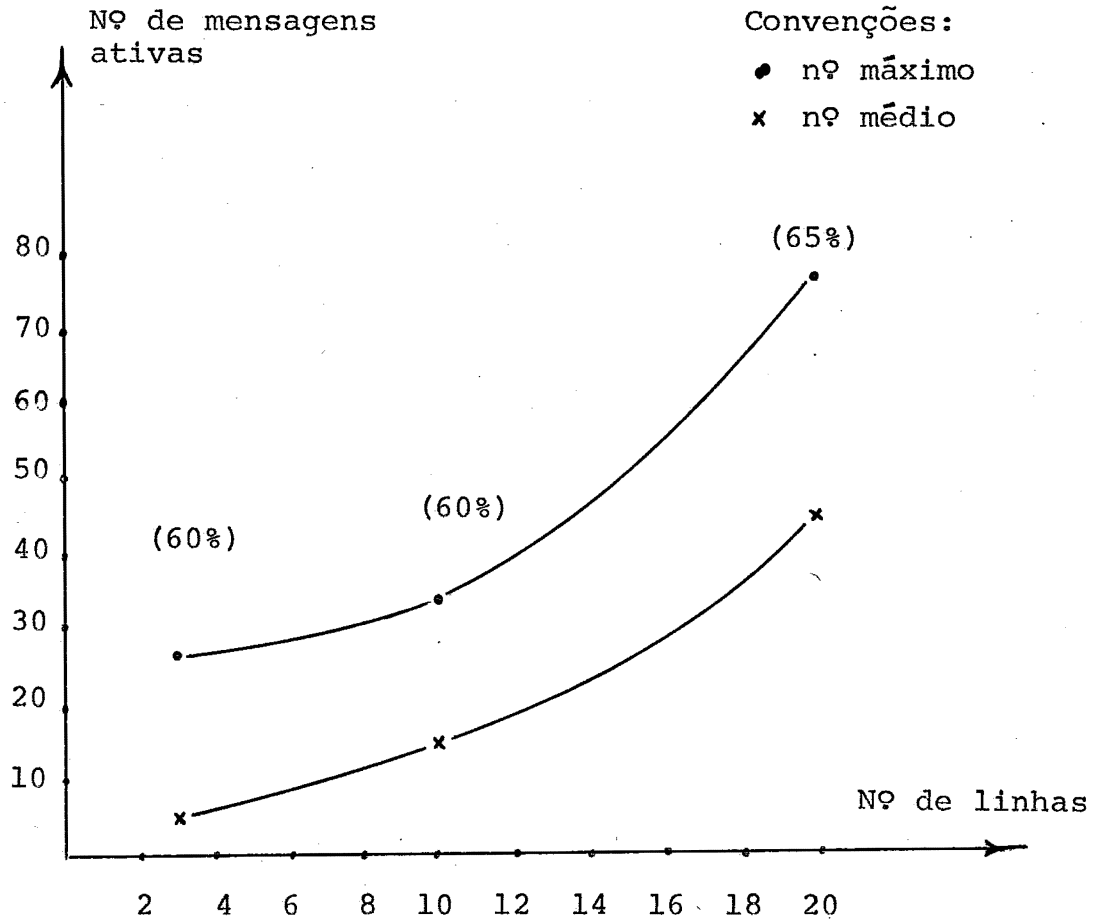
O programa que simula o Sistema Clássico com uma Partição (Capítulo 2, seção 2.1.1) foi implementado com 20 linhas de transmissão a 65% de ocupação média e o número máximo de mensagens ativas no sistema foi 76, durante toda a simulação, comprovando de certa forma a veracidade da hipótese acima.

Devido à incerteza quanto ao número máximo exato de mensagens ativas no sistema, podemos afirmar que o número máximo de nós em uma rede que o programa geral pode simular está em torno de 20 nós, para a alocação de 128K.

Cumpra observar ainda que se alguns nós de uma rede não estão interconectados, o número de linhas e filas é menor. Entretanto, a área de memória reservada às matrizes topológicas crescerá em função do número de matrizes adicionadas.

Caso o número total de bytes necessitados pelo programa exceda a área disponível, a solução é usar a versão de 256K do GPSS/360.

As curvas obtidas para os números máximo e médio de mensagens ativas, em função do número de linhas, estão plotadas na página seguinte.



A ocupação média das linhas, correspondente à medida feita, se encontra entre parênteses. A curva foi levantada para o programa que simula o Sistema Clássico com uma Partição, com linhas de 2400 bauds e os demais dados utilizados nos exemplos do Capítulo 3.

C A P Í T U L O 5

CONCLUSÕES

1 - Os modelos desenvolvidos no presente trabalho constituem uma ferramenta útil na análise e síntese de Sistemas de Transmissão de Dados.

Sob o ponto de vista da análise, escolhe-se dentre os modelos disponíveis o que melhor representar o sistema real a ser simulado.

Sob o ponto de vista da síntese, cria-se uma série de alternativas e usa-se os modelos disponíveis para simulá-las. Após a comparação dos resultados, seleciona-se a melhor alternativa.

2 - Tendo observado que, em todos os exemplos do Capítulo 3, a área alocada para as entidades é muito pouco utilizada (menos de 15%), e que o tempo total de simulação cresce com o número de transações tratadas, propõe-se o desenvolvimento de um simulador com as seguintes características:

a) Alocação de memória tal que o programa possa ser processado na menor partição possível do sistema.

b) Encerrador automático de transações a fim de interromper a simulação quando as estatísticas atingirem estabilidade "aceitável".

3 - O aumento da capacidade das linhas entre os computadores de uma rede praticamente não influi no tempo de resposta do sistema quando o ponto de congestionamento está nos concentradores (Apêndice 7 , graf. 7.1).

Para se obter tempos de resposta melhores deve-se aumentar a capacidade das linhas que conectam os concentradores à rede, ou sofisticar a política de administração das mensagens nos concentradores.

4 - Quando o retardo médio nas linhas que interconectam os computadores é maior que nas unidades de processamento, o tempo de resposta do sistema degrada a medida em que a utilização das linhas se torna mais frequente. Em vista disso é que a rede pentagonal com onze processos apresentou um tempo de resposta melhor do que a mesma rede com cinco processos (Apêndice 7, graf. 7.2).

5 - Em termos de tempo de resposta, os sistemas clássicos não apresentaram qualquer diferença para três linhas de transmissão de 2400 Bauds (Apêndice 7, graf. 7.3). Entretanto, quanto à utilização de CPU, a diferença é bem acentuada. Isto significa que, em primeiro lugar, ao custo de memórias adicionais podemos empregar processadores mais lentos e, em segundo lugar, quando o número de concentradores crescer a percentagem de utilização de CPU do sistema com três partições pode-se tornar a única tolerável.

6 - A redução no comprimento das respostas aos terminais melhorou acentuadamente as estatísticas do tempo de resposta. Neste caso, a

política simples aqui adotada de gestão de mensagens nos concentradores é perfeitamente justificável.

Entretanto, no caso em que as respostas são muito longas, o retardo introduzido pelas próprias linhas pode ser proibitivo e o uso de uma política mais avançada com concentradores sofisticados se torna necessário.

Para a implementação de tal política, propomos o seguinte trabalho: - Desenvolver um procedimento de gestão das mensagens em um concentrador, conectado a n terminais por linhas de baixa capacidade e a um sistema computacional por uma linha de alta capacidade, de forma a otimizar as estatísticas do tempo de resposta e a atividade dos terminais.

7 - Os modelos aqui desenvolvidos consideram uma estrutura de rede já estabelecida. Entretanto, projetar uma rede de mínimo custo não é tarefa simples. Assim, propõe-se o seguinte trabalho:

- Dado um conjunto de terminais com suas demandas de serviço, concentradores de diferentes tipos com seus preços e as linhas de transmissão disponíveis, determinar a estrutura de mínimo custo através da qual os terminais são conectados a um centro computacional, via concentradores, e de tal maneira que o tempo de resposta do sistema permaneça abaixo de um nível estipulado.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - Gordon, G. , "System Simulation", Englewood, Prentice Hall, 1969.
- 2 - General Purpose Simulation Systems/360 , Introductory User's Manual (H20-0304).
- 3 - GPSS/360 , User's Manual (H20-0326)
- 4 - GPSS/360 , Operator's Manual (H20-0311).
- 5 - Martin, J. , "Systems Analysis for Data Transmission", Englewood, Prentice Hall, 1972.
- 6 - Rustin, R. , "Computer Networks", Coustant Computer Symposium 3 , 1970. New Jersey, Prentice Hall, 1972.
- 7 - Protocol for a Computer Network, IBM Systems Journal, Vol.12 , N° 1, 1973.
- 8 - Computer Network Development to achieve resource sharing.*
- 9 - The Interface Message Processor for the ARPA computer network.*
- 10- Analytic and simulation methods in computer network design.*
- 11- Topological considerations in the design of the ARPA computer Network. *
- 12- Host-Host communication protocol in the ARPA network.*
- 13- On the optimization of message-switching networks, IEEE Transactions on Communications, Vol. COM-20, N°1, February, 1972.

* AFIPS .Vol.36, Spring Joint Computer Conference, 1970.

APÊNDICE 1

Esquemas de Sistemas de Transmissão de Dados

fig.1.1 - Esquema geral do sistema clássico de transmissão de dados.

$\sum_{i=1}^n t_i$ terminais ligados ao computador central através de
 n concentradores (C_1, \dots, C_n) e linhas de transmissão
 (LT_1, \dots, LT_n) .

fig.1.2 - Esquema completo de uma rede de 3 nodos onde todos os nodos estão interligados entre si.

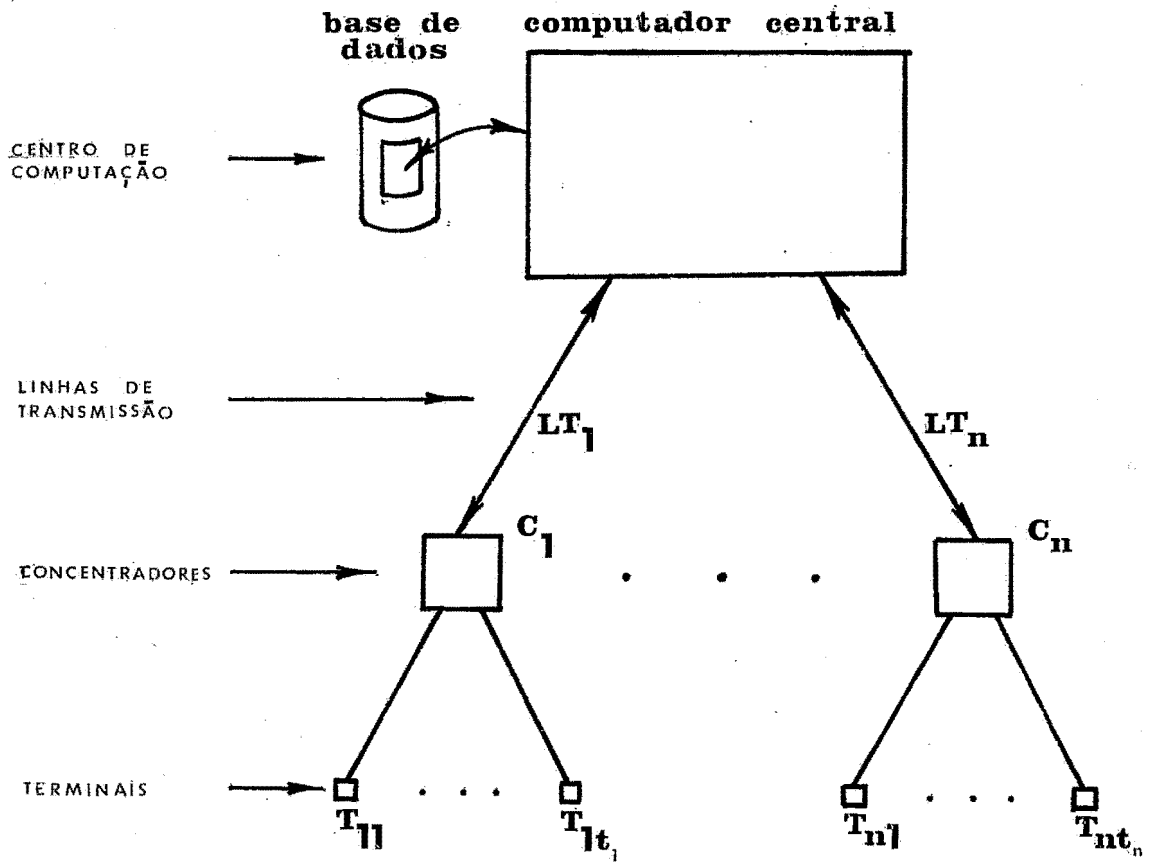


fig 1.1

SISTEMA CLÁSSICO

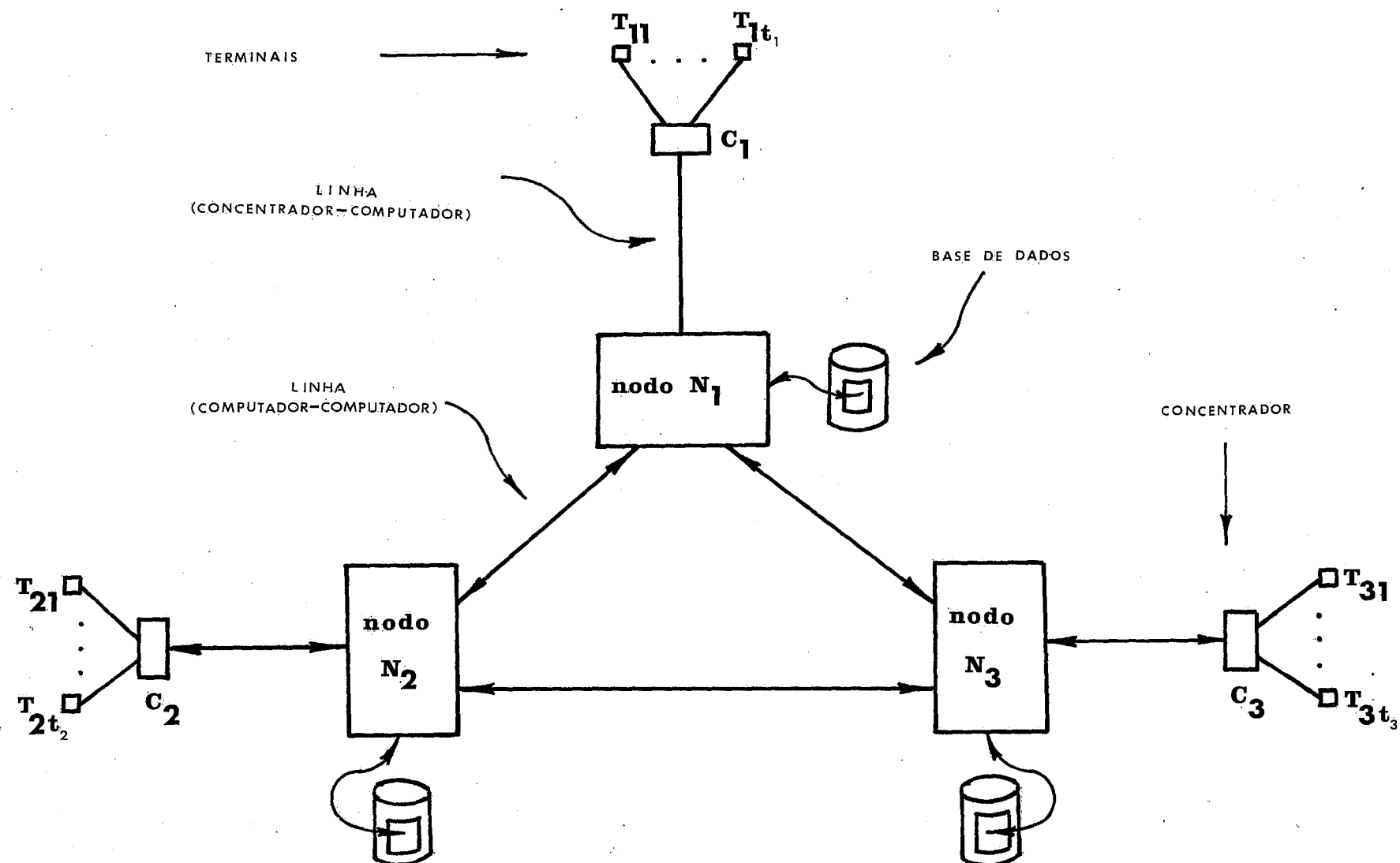


fig 1.2

REDE DE 3 NODOS.

APÊNDICE 2Figuras relacionadas com a política de tratamento
das mensagens nos diversos equipamentos

- fig. 2.1 a - Nos concentradores (mensagens provenientes dos terminais).
- fig. 2.1 b - Nos concentradores (mensagens provenientes do sistema computacional).
- fig. 2.2 a - No computador central (1 partição) - política simples.
- fig. 2.2 b - No computador central (1 partição) - política mais astuciosa.
- fig. 2.3 - No computador central (2 partições).
- fig. 2.4 - No computador central (3 partições).
- fig. 2.5 - No nodo N_i ($1 \leq i \leq n$) de uma rede de n nodos onde qualquer par de nodos está interconectado por uma linha de transmissão.

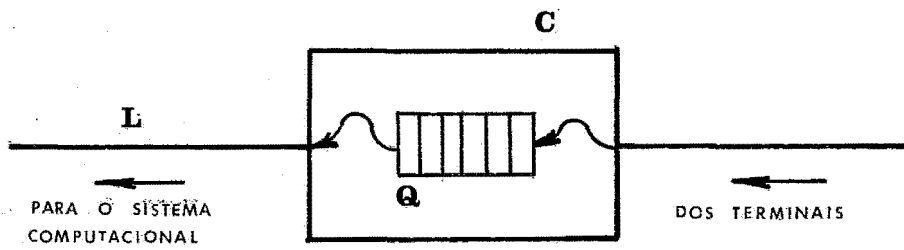


fig 2.1 a

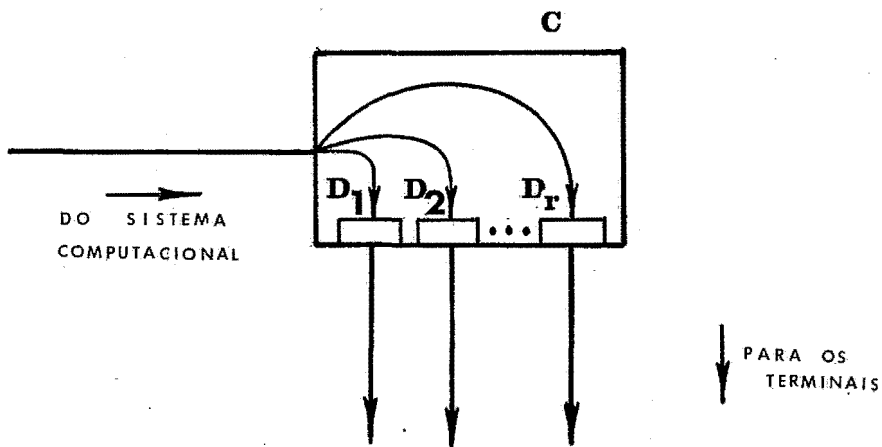


fig 2.1 b

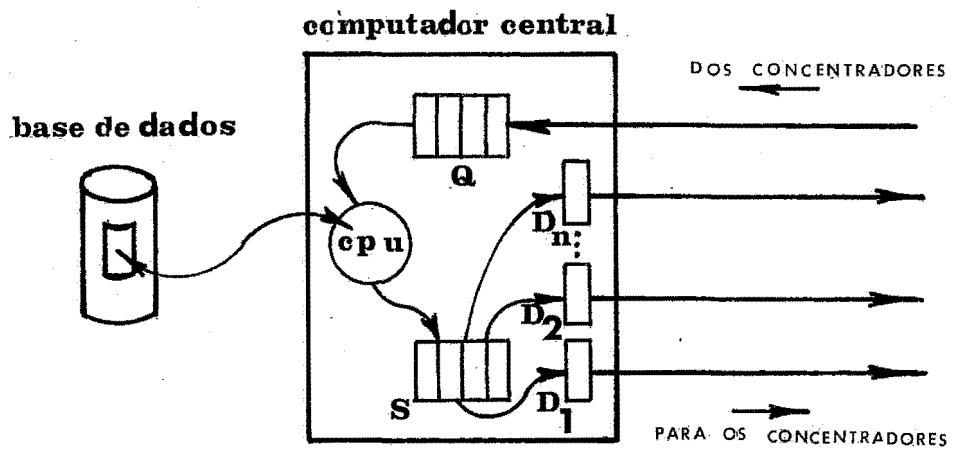


fig 2.2 a

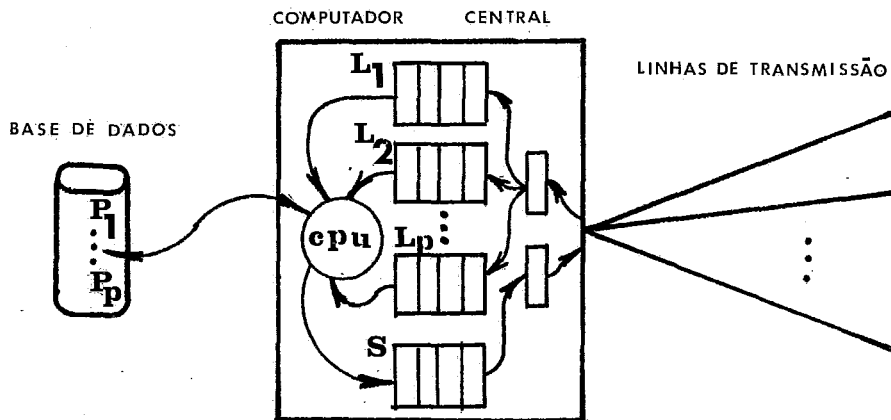


fig 2.2 b

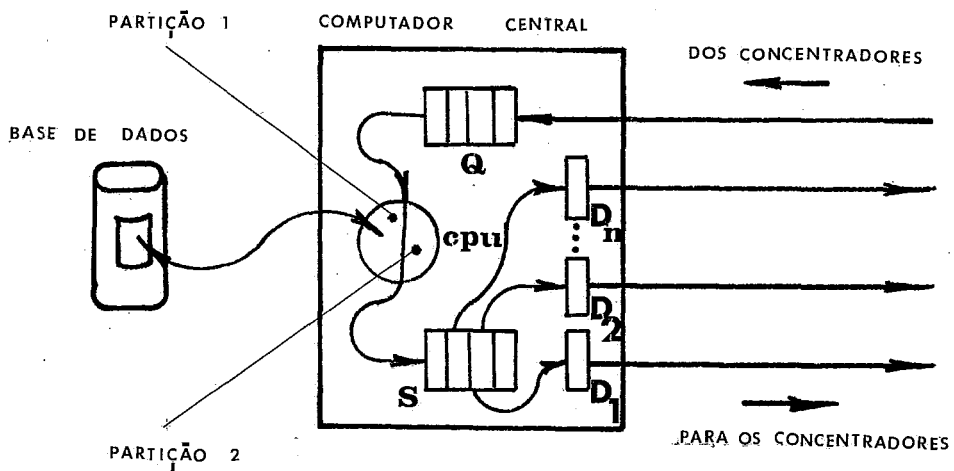


fig 2.3

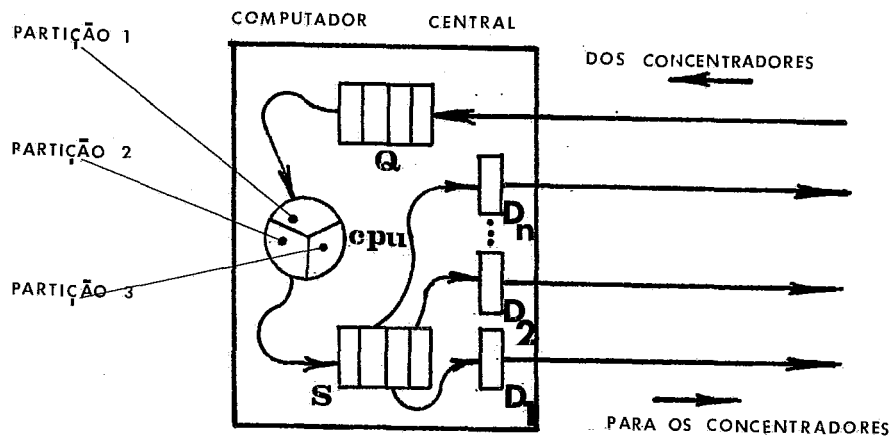


fig 2.4

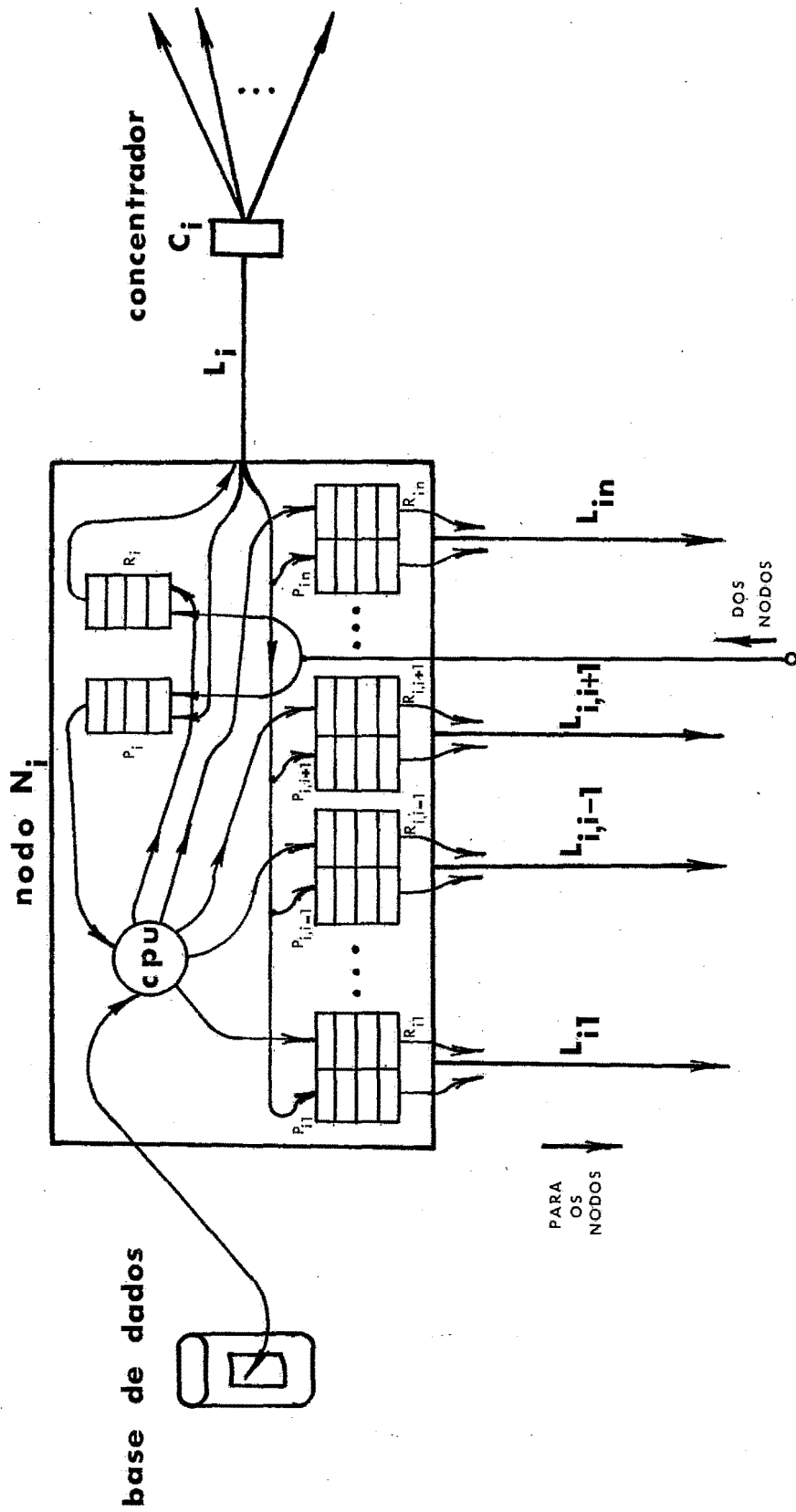


fig 2.5

APÊNDICE 3Codificação das funções GPSS comuns a todos os modelos

cod. 3.1 - FUNÇÃO EXPONENCIAL

```

j FUNCTION    RN1,C24
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/
.75,1.38/.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/
.95,2.99/.96,3.2/.97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/
.999,7.0/.9997,8.0

```

cod. 3.2 - COMPRIMENTOS DAS MENSAGENS GERADAS

```

j FUNCTION    RN1,C5
0,10/.25,20/.50,30/.75,40/1,50

```

cod. 3.3 - COMPRIMENTOS DAS RESPOSTAS AOS TERMINAIS I

```

j FUNCTION    RN1,C9
0,10/.125,20/.250,50/.375,100/.500,200/.625,500/.750,1000/
.875,1500/1,2000

```

cod. 3.4 - COMPRIMENTOS DAS RESPOSTAS AOS TERMINAIS II

```

j FUNCTION    RN1,C3
0,50/.50,55/1,60

```

APÊNDICE 4Tabela de Transformação das Capacidades das Linhas

<u>Capacidade (em BAUDS)</u>	Valor correspondente de $k^{(*)}$
1200	666
2400	333
4800	166
9600	83
50000	16

(*) \underline{k} é o tempo, em milisegundos, para se transmitir 100 caracteres através da linha correspondente e supondo-se que cada caracter seja codificado com 8 bits.

APÊNDICE 5Fluxogramas dos Modelosfluxo 5.1

Sistema clássico com 1 partição, política simples de gestão de mensagens.

fluxo 5.2

Sistema clássico com 1 partição, política astuciosa de gestão de mensagens.

fluxo 5.3

Sistema clássico com 2 partições.

fluxo 5.4

Sistema clássico com 3 partições.

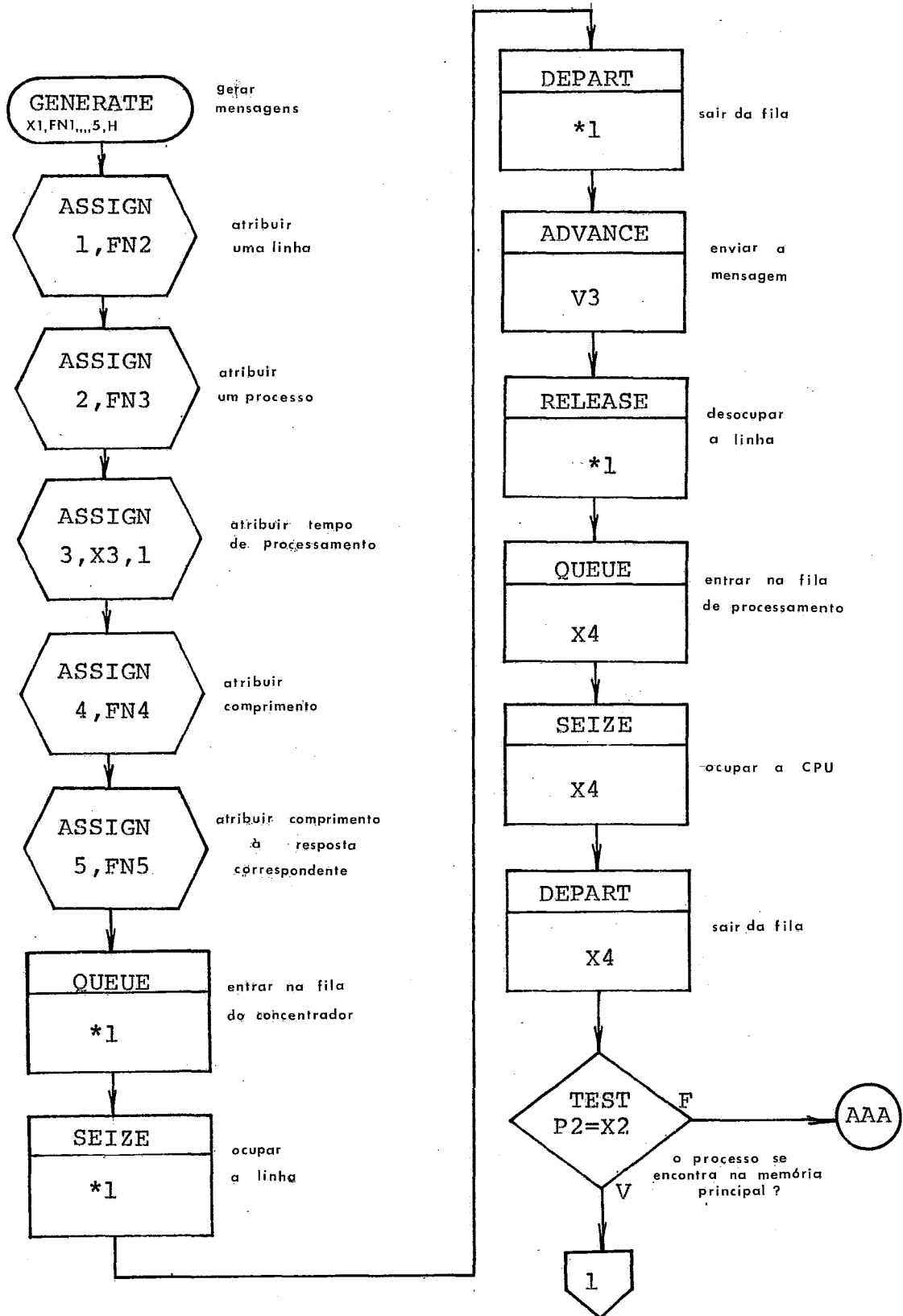
fluxo 5.5

Rede de computadores, todos os nodos estão conectados entre si.

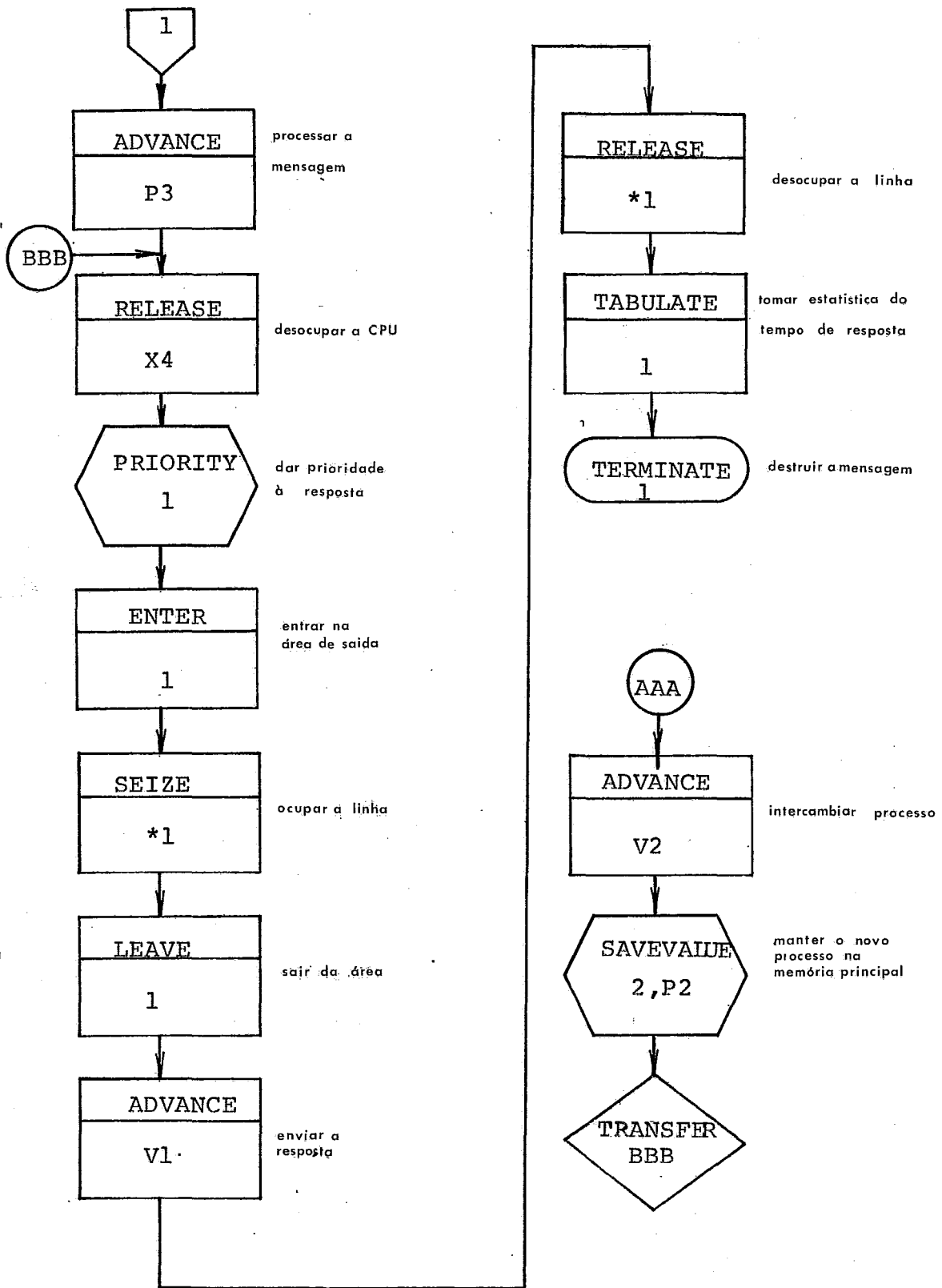
fluxo 5.6

Rede de computadores, topologia arbitrária.

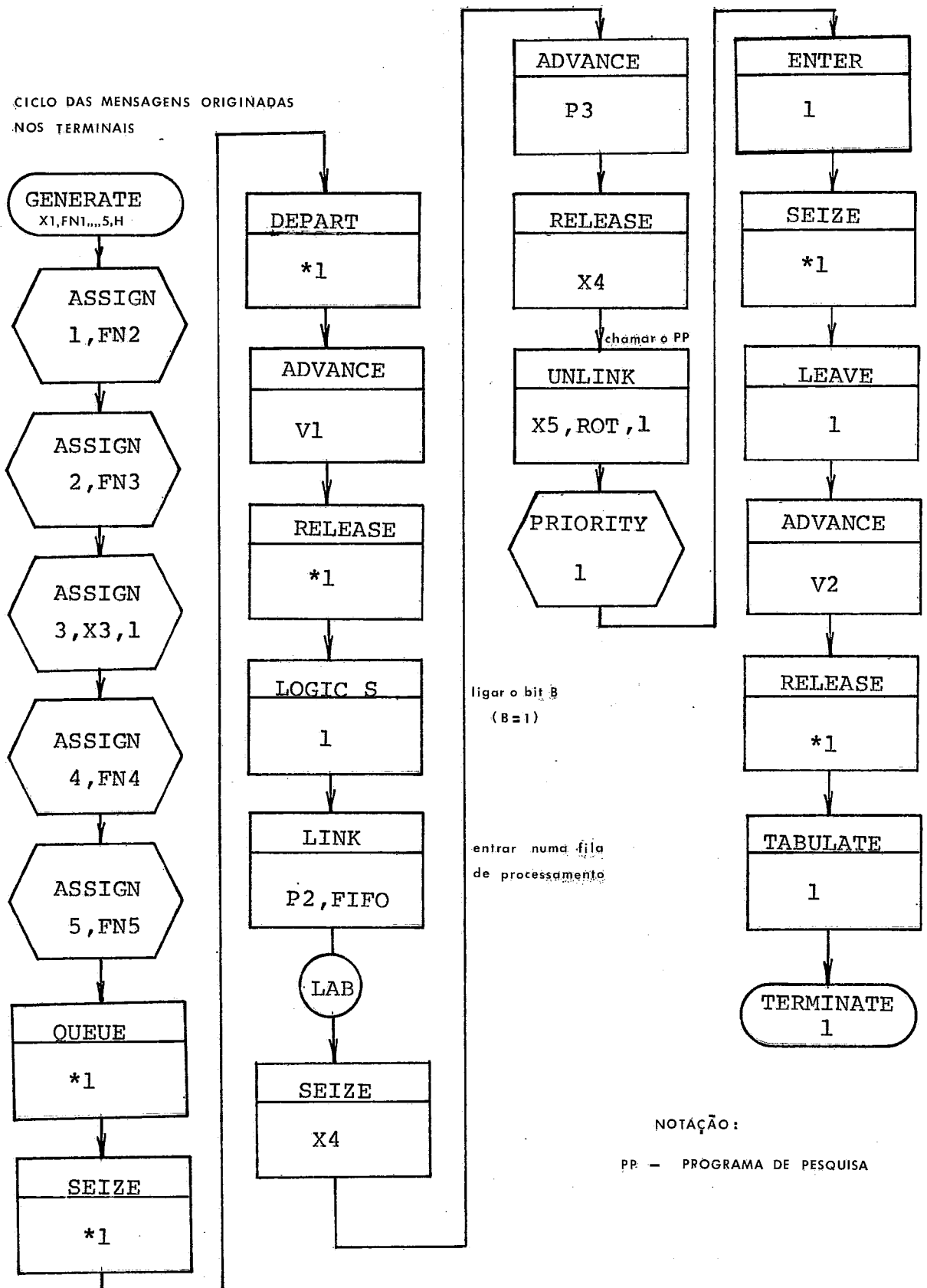
Fluxo 5.1 (Sistema clássico com 1 partição, política simples)



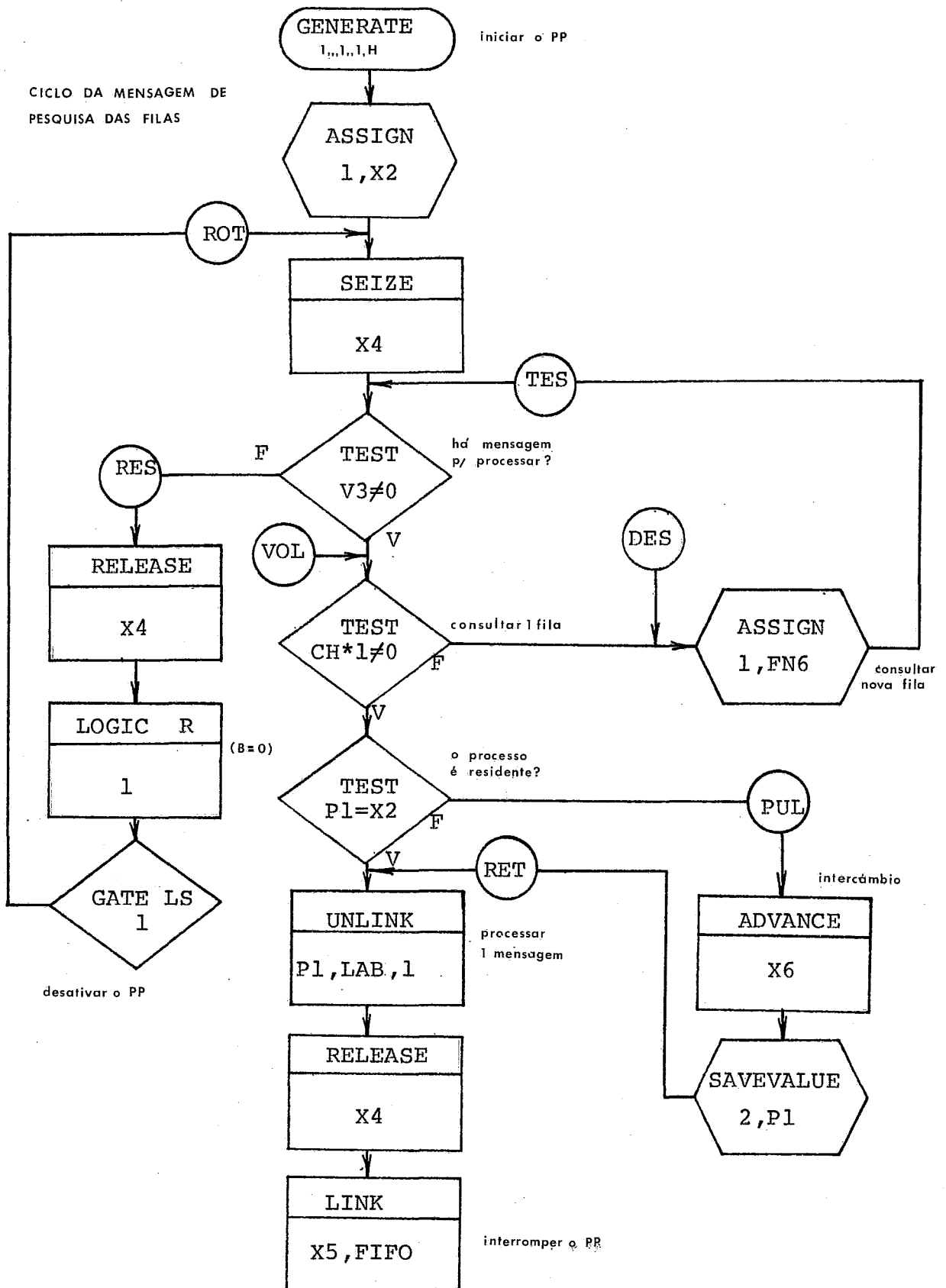
Fluxo 5.1 (cont.)



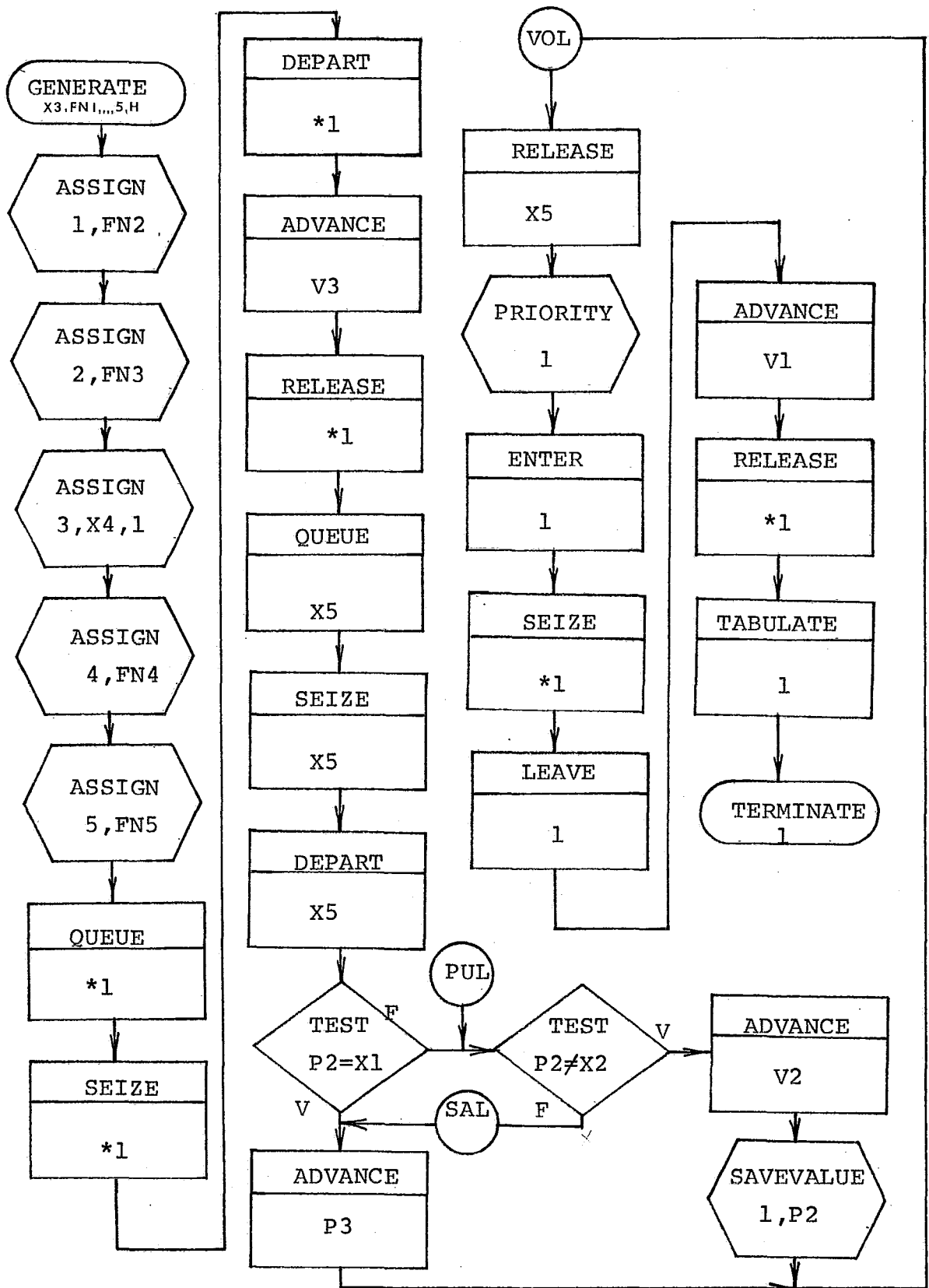
Fluxo 5.2 - (Sistema clássico com uma partição, política astuciosa)



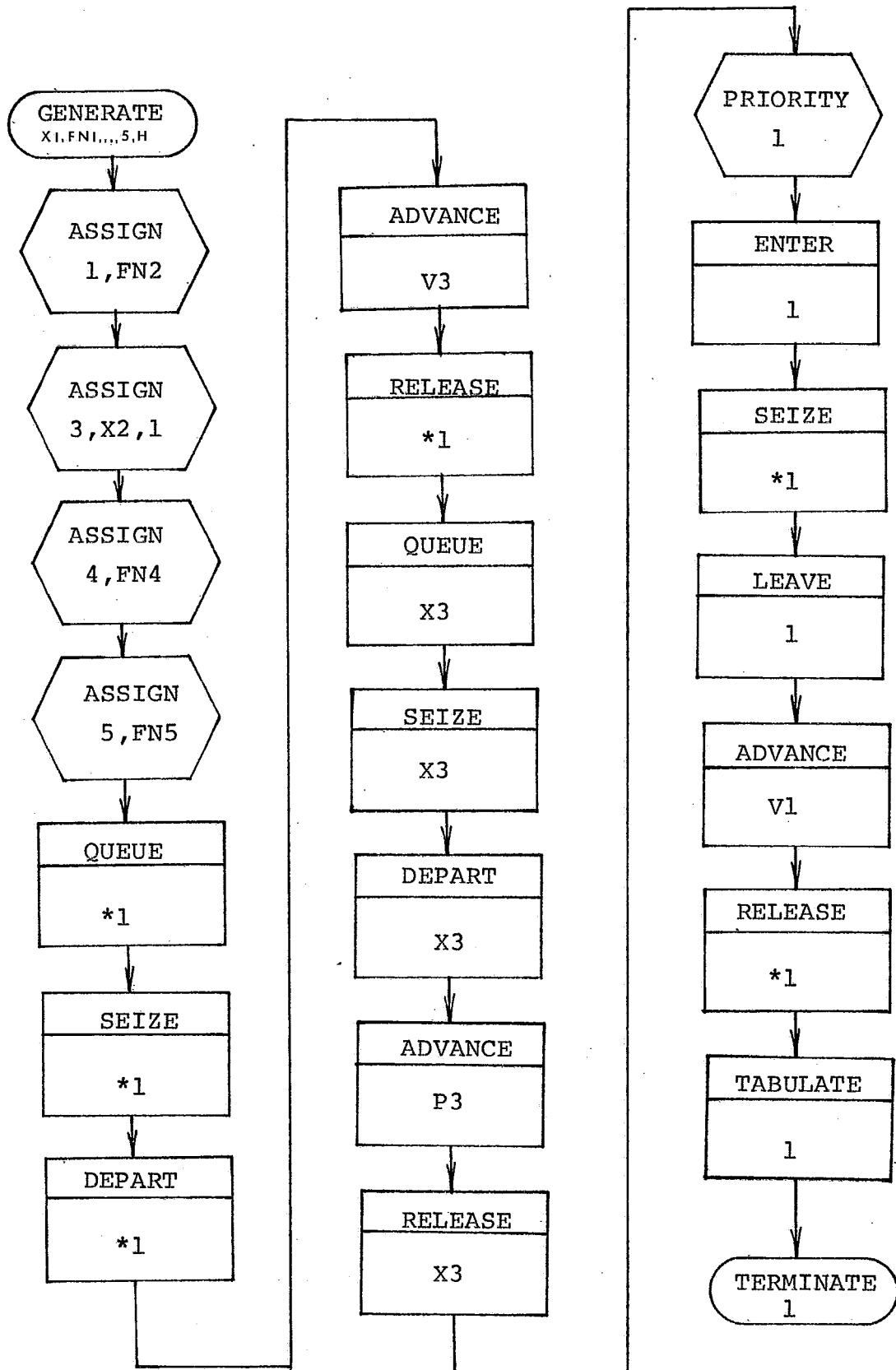
Fluxo 5.2 (cont.)

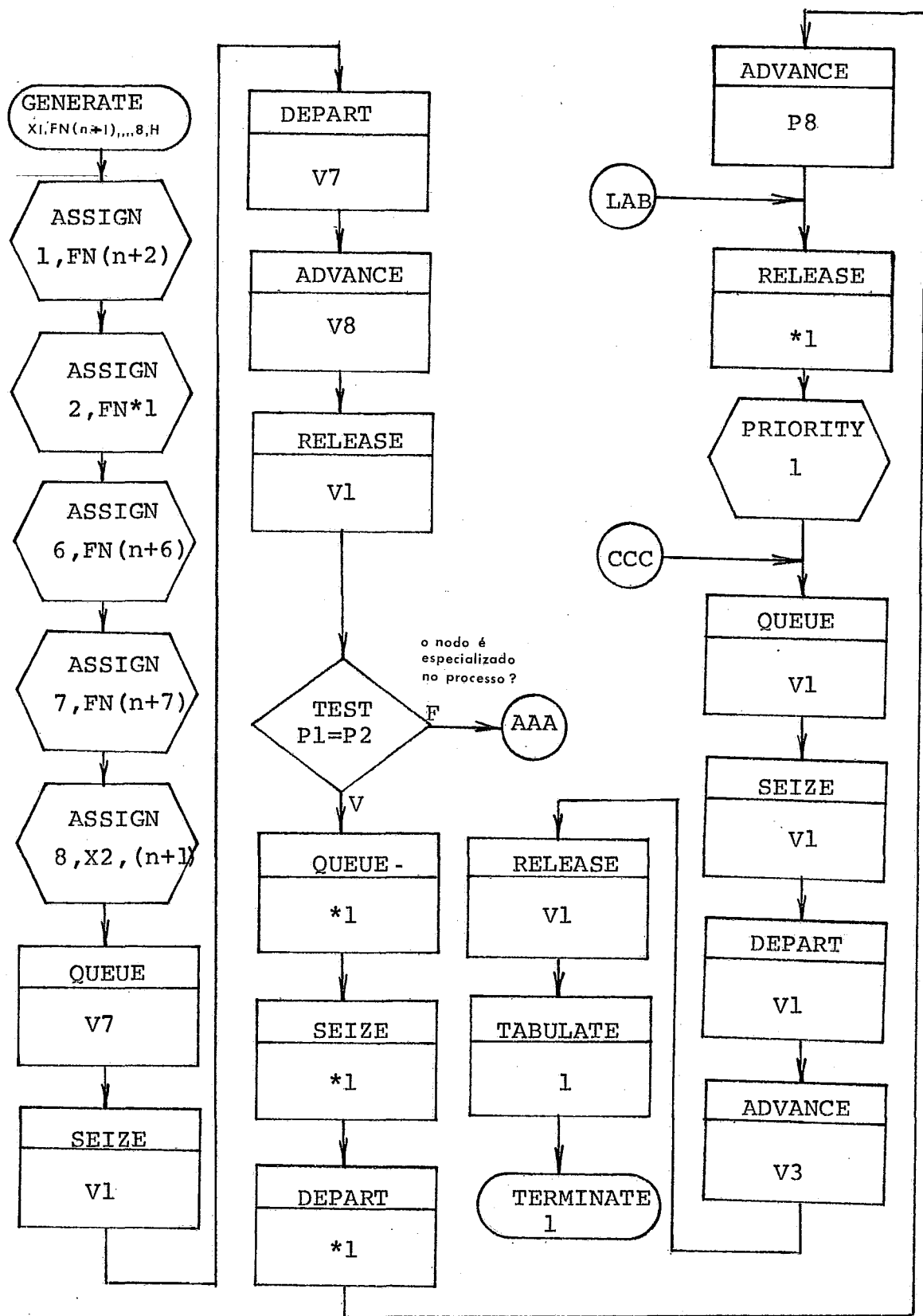


Fluxo 5.3 (Sistema clássico com 2 partições)

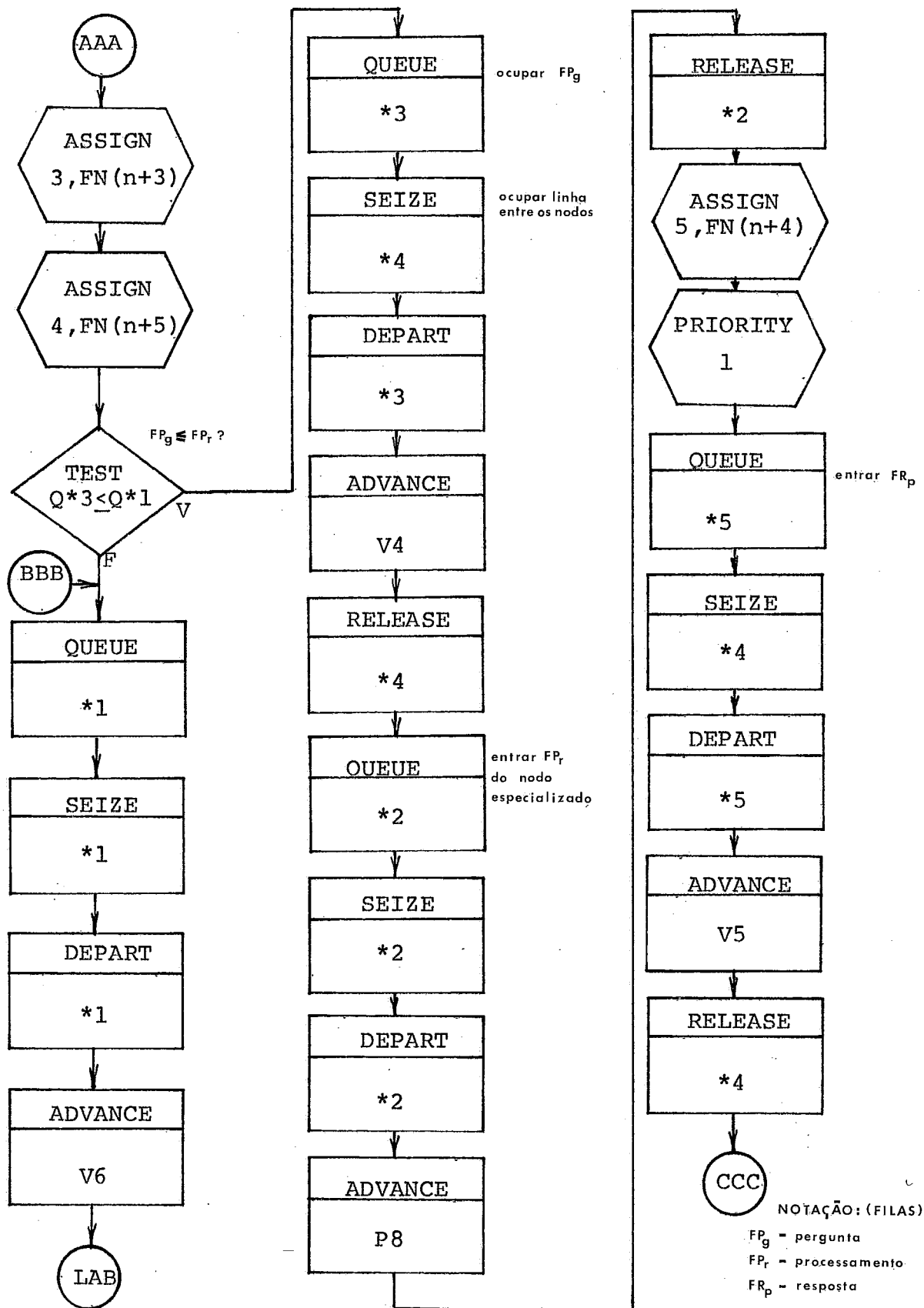


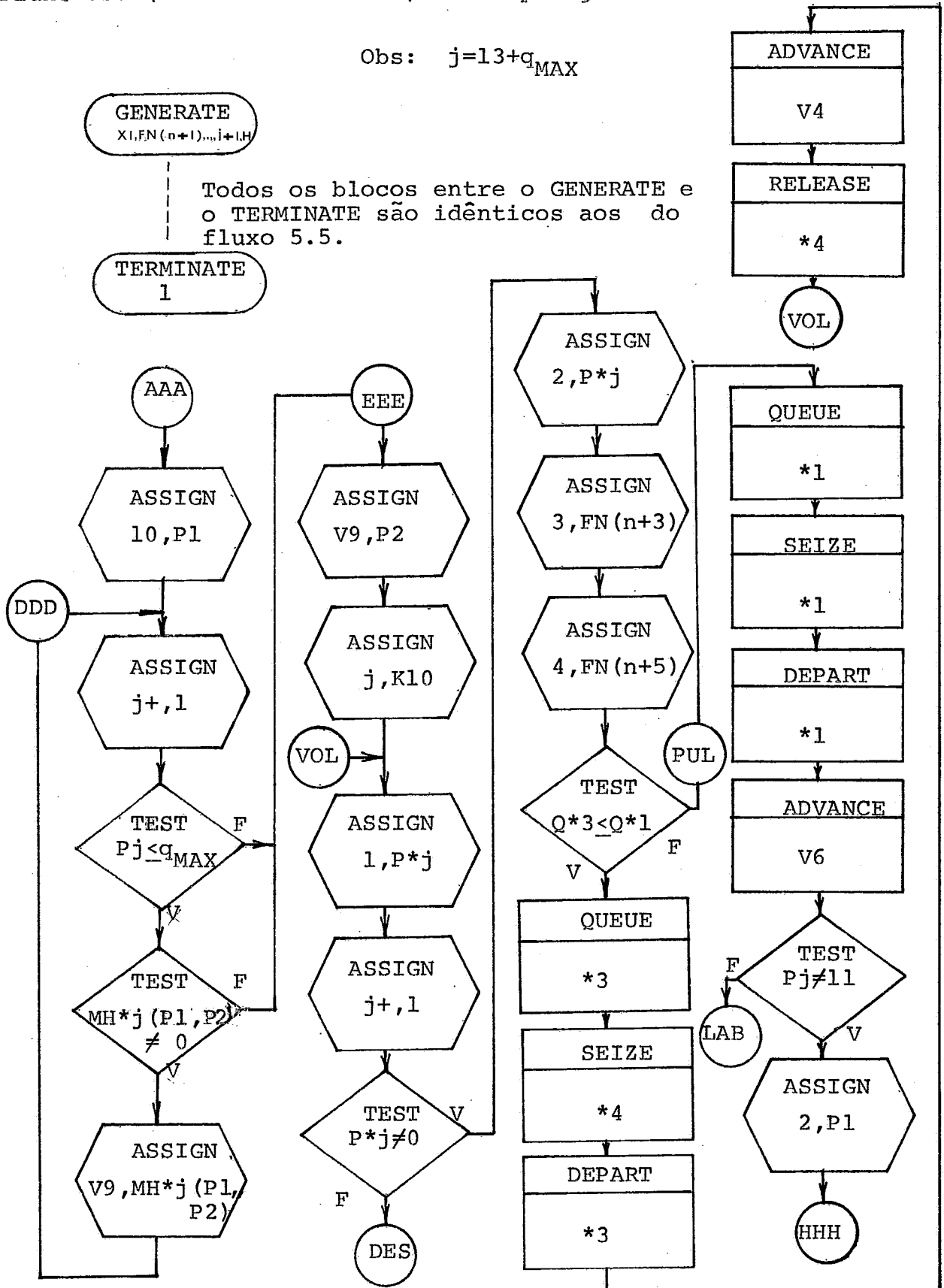
Fluxo 5.4 (Sistema clássico com 3 partições)



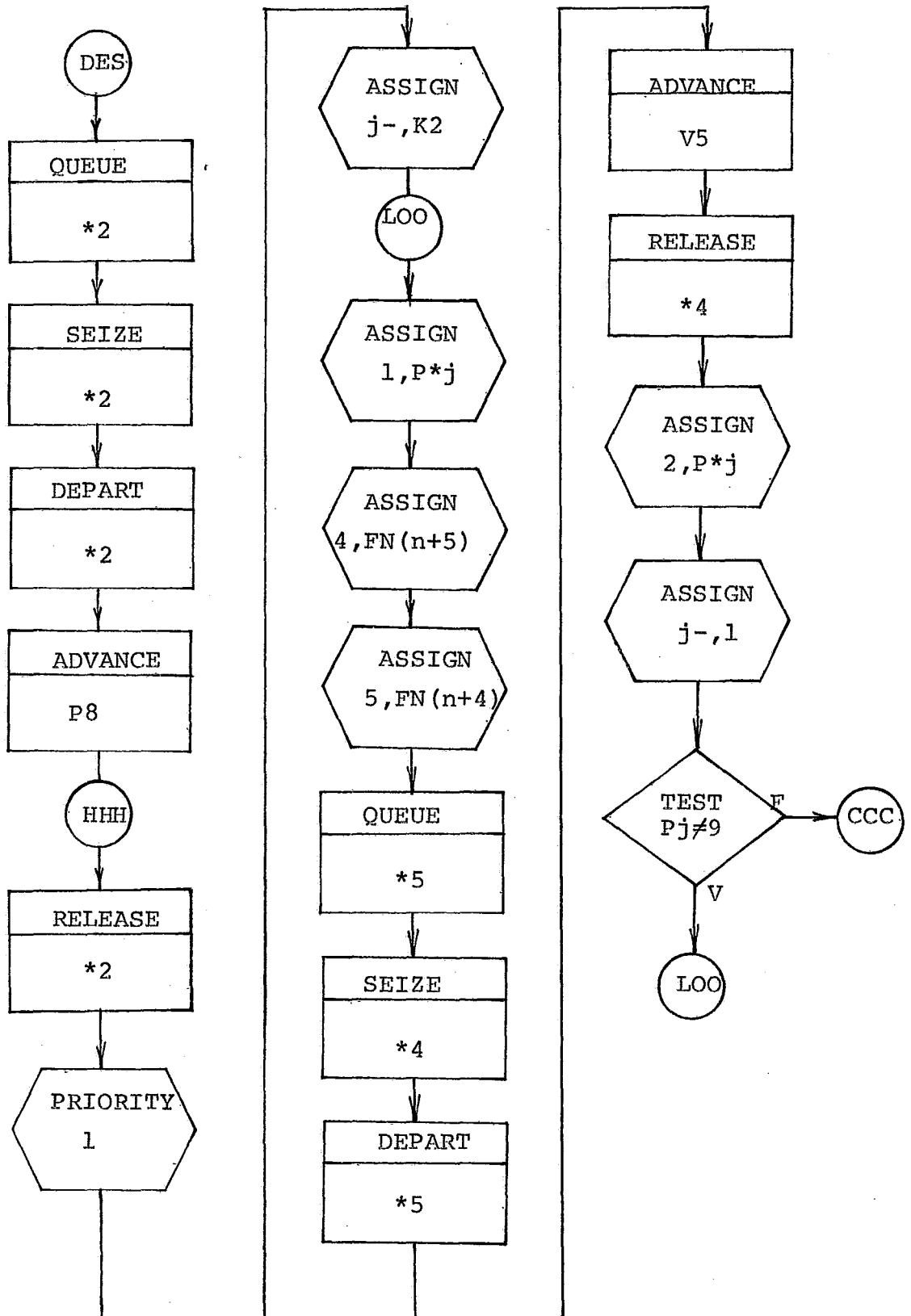
Fluxo 5.5 (Rede de n nodos, onde todo par é interconectado)

Fluxo 5.5 (cont)



Fluxo 5.6 (Rede de n nodos, com topologia arbitrária)Obs: $j=13+q_{MAX}$ 

fluxo 5.6 (cont.)



APÊNDICE 6LISTAGENS DOS PROGRAMAS

- List.6.1 - Sistema Clássico com uma Partição, política simples de gestão das mensagens ; linhas de 1200, 2400 e 9600 Bauds.
- List.6.2 - Sistema Clássico com duas Partições ; linhas de 2400 Bauds.
- List. 6.3 - Sistema Clássico com três Partições ; linhas de 2400 Bauds.
- List. 6.4 - Sistema Clássico com uma Partição, política astuciosa de gestão das mensagens ; linhas de 9600 Bauds.
- List. 6.5 - Rede de Três Computadores
linhas (CONCENTRADOR-COMPUTADOR) de 2400 Bauds
linhas (COMPUTADOR-COMPUTADOR) de 4800, 9600 e 50000 Bauds.
- List. 6.6 - Rede Pentagonal de Computadores
linhas (CONCENTRADOR-COMPUTADOR) de 2400 Bauds
linhas (COMPUTADOR-COMPUTADOR) de 4800 e 50000 Bauds.

LIST. 6.1 - SISTEMA CLÁSSICO COM UMA PARTIÇÃO, POLÍTICA SIMPLES

```

*LOC  OPERATION  A,B,C,D,E,F,G          COMMENTS
      SIMULATE
**  FUNCAO EXPONENCIAL
      1 FUNCTION  RN1,C24
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/
.75,1.38/.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/
.95,2.99/.96,3.2/.97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/
.999,7.0/.9997,8.0
**
**  ATRIBUICAO DE LINHA AS MENSAGENS GERADAS
      2 FUNCTION  RN1,D3
.3333,1/.6666,2/1,3
**
**  ATRIBUICAO DE PROCESSO AS MENSAGENS GERADAS
      3 FUNCTION  RN1,D3
.3333,1/.6666,2/1,3
**
**  COMPRIMENTOS DAS MENSAGENS GERADAS
      4 FUNCTION  RN1,C5
0,10/.25,20/.50,30/.75,40/1,50
**
**  COMPRIMENTOS DAS RESPOSTAS AOS TERMINAIS
      5 FUNCTION  RN1,C9
0,10/.125,20/.250,50/.375,100/.500,200/.625,500/.750,1000/
.875,1500/1,2000
**
**
      GENERATE  X1,FN1,,,,5,H
      ASSIGN   1,FN2
      ASSIGN   2,FN3
      ASSIGN   3,X3,1
      ASSIGN   4,FN4
      ASSIGN   5,FN5
      QUEUE    *1
      SEIZE    *1
      DEPART   *1
      ADVANCE  V3
      RELEASE  *1
      QUEUE    X4
      SEIZE    X4
      DEPART   X4
      TEST E    P2,X2,AAA
      ADVANCE  P3

```



```

BBB  RELEASE      X4
      PRIORITY     1
      ENTER        1
      SEIZE        *1
      LEAVE        1
      ADVANCE      V1
      RELEASE      *1
      TABULATE     1
      TERMINATE    1
AAA  ADVANCE      V2
      SAVEVALUE    2,P2
      TRANSFER     ,BBB

```

**

** DEFINICAO DAS VARIAVEIS E TABELAS

**

```

1 FVARIABLE {666*P5}/100
2 VARIABLE  P3+K140
3 FVARIABLE {666*P4}/100
1 TABLE    M1,0,1000,20
  INITIAL   X2,1/X3,2/X4,4
  INITIAL   X1,20000
  START     500,NP
  RESET
  START     5000
  RESET
  INITIAL   X1,10000
  START     5000
  RESET
  INITIAL   X1,5000
  START     5000
  RESET
  INITIAL   X1,3333
  START     5000
  RESET
  INITIAL   X1,2500
  START     5000
  RESET
  INITIAL   X1,2000
  START     5000
  RESET
  INITIAL   X1,1666
  START     5000
  REPORT
CLO  INCLUDE    0

```

```

BLO INCLUDE 0
SAV INCLUDE 0
EJECT
SPACE 1
SPACE 2
SPACE 2
*****CLASSICAL SYSTEM, 1 PARTITION - LIST OF RESULTS*****
SPACE 2
* LINES CAPACITY = 1200BAUDS
* 8-BIT CHARACTER CODE
* TIME UNIT = 1 MILLISECOND
SPACE 1
7 TEXT ARRIVE RATE OF MESSAGES = EACH #X1,2/XXXXX#MS
12 TEXT MEAN RESPONSE TIME = #T1,3/XXXXX.X# MS
12 TEXT STANDARD DEVIATION = #T1,4/XXXXX.X# MS
SPACE 3
* STATISTICS FOR CPU
SPACE 1
FAC INCLUDE F4/1,2,4
SPACE 2
* STATISTICS FOR LINES
SPACE 1
FAC INCLUDE F1-F3/1,2,4
SPACE 2
* STATISTICS FOR CONCENTRATOR QUEUES
SPACE 1
QUE INCLUDE Q1-Q3/1,2,3,7
SPACE 2
* STATISTICS FOR PROCESSING QUEUE
SPACE 1
QUE INCLUDE Q4/1,2,3,7
SPACE 2
* STATISTICS FOR OUTPUT STORAGE
SPACE 1
STD INCLUDE S1/1,3,6,8
EJECT
SPACE 3
SPACE 3
SPACE 3
* STATISTICS FOR RESPONSE TIME
SPACE 3
TAB INCLUDE T1/3,4,10,11,12,13,15,16
EJECT
END

```

*****CLASSICAL SYSTEM, 1 PARTITION - LIST OF RESULTS*****

LINES CAPACITY = 1200BAUDS

8-BIT CHARACTER CODE

TIME UNIT = 1 MILLISECOND

ARRIVE RATE OF MESSAGES = EACH 5000MS

MEAN RESPONSE TIME = 5187.0 MS

STANDARD DEVIATION = 5248.0 MS

STATISTICS FOR CPU

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
4	.018	93.541

STATISTICS FOR LINES

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
1	.248	1875.219
2	.239	1852.289
3	.255	1976.479

STATISTICS FOR CONCENTRATOR QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
1	6	.066	996.259
2	5	.076	1179.706
3	4	.071	1098.459

STATISTICS FOR PROCESSING QUEUE

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
4	2	.000	1.315

STATISTICS FOR OUTPUT STORAGE

STORAGE	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRAN	MAXIMUM CONTENTS
1	.039	201.727	3

STATISTICS FOR RESPONSE TIME

MEAN ARGUMENT		STANDARD DEVIATION			
5187.003		5248.000			
UPPER LIMIT	OBSERVED FREQUENCY	PER CENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENTAGE	MULTIPLE OF MEAN	DEVIATION FROM MEAN
0	0	.00	.0	-.000	-.988
1000	1470	29.39	29.3	.192	-.797
2000	606	12.11	41.5	.385	-.607
3000	308	6.15	47.6	.578	-.416
4000	295	5.89	53.5	.771	-.226
5000	250	4.99	58.5	.963	-.035
6000	234	4.67	63.2	1.156	.154
7000	205	4.09	67.3	1.349	.345
8000	233	4.65	72.0	1.542	.536
9000	241	4.81	76.8	1.735	.726
10000	215	4.29	81.1	1.927	.917
11000	184	3.67	84.8	2.120	1.107
12000	182	3.63	88.4	2.313	1.298
13000	207	4.13	92.5	2.506	1.488
14000	140	2.79	95.3	2.699	1.679
15000	35	.69	96.0	2.891	1.869
16000	36	.71	96.8	3.084	2.060
17000	36	.71	97.5	3.277	2.250
18000	21	.41	97.9	3.470	2.441
OVERFLOW	102	2.03	100.0		
AVERAGE VALUE OF OVERFLOW		23340.50			

*****CLASSICAL SYSTEM, 1 PARTITION - LIST OF RESULTS*****

LINES CAPACITY = 2400BAUDS

8-BIT CHARACTER CODE

TIME UNIT = 1 MILLISECOND

ARRIVE RATE OF MESSAGES = EACH 1250MS

MEAN RESPONSE TIME = 4131.2 MS

STANDARD DEVIATION = 3783.0 MS

STATISTICS FOR CPU

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
4	.075	94.399

STATISTICS FOR LINES

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
1	.491	917.851
2	.509	961.097
3	.546	1013.316

STATISTICS FOR CONCENTRATOR QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
1	10	.442	1649.874
2	9	.397	1499.914
3	9	.464	1721.263

STATISTICS FOR PROCESSING QUEUE

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
4	5	.011	14.138

STATISTICS FOR OUTPUT STORAGE

STDRAGE	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRAN	MAXIMUM CONTENTS
1	.377	470.760	5

STATISTICS FOR RESPONSE TIME

MEAN ARGUMENT		STANDARD DEVIATION			
4131.277		3783.000			
UPPER LIMIT	OBSERVED FREQUENCY	PER CENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENTAGE	MULTIPLE OF MEAN	DEVIATION FROM MEAN
0	0	.00	.0	-.000	-1.092
1000	1391	27.81	27.8	.242	-.827
2000	538	10.75	38.5	.484	-.563
3000	399	7.97	46.5	.726	-.299
4000	436	8.71	55.2	.968	-.034
5000	465	9.29	64.5	1.210	.229
6000	474	9.47	74.0	1.452	.493
7000	401	8.01	82.0	1.694	.758
8000	208	4.15	86.2	1.936	1.022
9000	147	2.93	89.1	2.178	1.286
10000	121	2.41	91.5	2.420	1.551
11000	115	2.29	93.8	2.662	1.815
12000	95	1.89	95.7	2.904	2.080
13000	64	1.27	97.0	3.146	2.344
14000	50	.99	98.0	3.388	2.608
15000	22	.43	98.5	3.630	2.873
16000	18	.35	98.8	3.872	3.137
17000	17	.33	99.2	4.114	3.401
18000	7	.13	99.3	4.357	3.666
OVERFLOW	32	.63	100.0		
AVERAGE VALUE OF OVERFLOW		20675.90			

*****CLASSICAL SYSTEM, 1 PARTITION - LIST OF RESULTS*****

LINES CAPACITY = 9600BAUDS

8-BIT CHARACTER CODE

TIME UNIT = 1 MILLISECOND

ARRIVE RATE OF MESSAGES = EACH 222MS
 MEAN RESPONSE TIME = 2334.2 MS
 STANDARD DEVIATION = 1960.0 MS

STATISTICS FOR CPU

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
4	.435	95.339

STATISTICS FOR LINES

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
1	.704	227.515
2	.745	243.265
3	.688	231.451

STATISTICS FOR CONCENTRATOR QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
1	21	1.700	1099.382
2	24	1.778	1160.909
3	11	1.088	731.720

STATISTICS FOR PROCESSING QUEUE

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
4	27	1.015	222.439

STATISTICS FOR OUTPUT STORAGE

STORAGE	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRAN	MAXIMUM CONTENTS
1	2.504	547.856	17

STATISTICS FOR RESPONSE TIME

MEAN ARGUMENT
2334.220

STANDARD DEVIATION
1960.000

UPPER LIMIT	OBSERVED FREQUENCY	PER CENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENTAGE	MULTIPLE OF MEAN	DEVIATION FROM MEAN
0	0	.00	.0	-.000	-1.190
1000	1439	28.77	28.7	.428	-.680
2000	1255	25.09	53.8	.856	-.170
3000	901	18.01	71.8	1.285	.339
4000	531	10.61	82.5	1.713	.849
5000	371	7.41	89.9	2.142	1.360
6000	229	4.57	94.5	2.570	1.870
7000	107	2.13	96.6	2.998	2.380
8000	59	1.17	97.8	3.427	2.890
9000	58	1.15	98.9	3.855	3.400
10000	31	.61	99.6	4.284	3.911
11000	14	.27	99.8	4.712	4.421
12000	4	.07	99.9	5.140	4.931
13000	1	.01	100.0	5.569	5.441

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

LIST. 6.2 - SISTEMA CLÁSSICO COM DUAS PARTIÇÕES

```

*LOC      OPERATION  A,B,C,D,E,F,G      COMMENTS
          SIMULATE

**
**  FUNCAO EXPONENCIAL **
      1 FUNCTION    RN1,C24
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/
.75,1.38/.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/
.95,2.99/.96,3.2/.97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/
.999,7.0/.9997,8.0
*****
**  ATRIBUICAO DE LINHA AS MENSAGENS GERADAS
      2 FUNCTION    RN1,D3
.3333,1/.6666,2/1,3
*****
**  ATRIBUICAO DE PROCESSO AS MENSAGENS GERADAS **
      3 FUNCTION    RN1,D3
.3333,1/.6666,2/1,3
*****
**  COMPRIMENTO DAS MENSAGENS GERADAS
      4 FUNCTION    RN1,C5
0,10/.25,20/.50,30/.75,40/1,50
*****
**  COMPRIMENTOS DAS RESPOSTAS AOS TERMINAIS
      5 FUNCTION    RN1,C9
0,10/.125,20/.250,50/.375,100/.500,200/.625,500/.750,1000/
.875,1500/1,2000
**
      GENERATE      X3,FN1,,,,5,H
      ASSIGN        1,FN2
      ASSIGN        2,FN3
      ASSIGN        3,X4,1
      ASSIGN        4,FN4
      ASSIGN        5,FN5
      QUEUE         *1
      SEIZE         *1
      DEPART        *1
      ADVANCE       V3
      RELEASE       *1
      QUEUE         X5
      SEIZE         X5
      DEPART        X5
      TEST E        P2,X1,PULO
      SALTO ADVANCE P3

```

VOLTA	RELEASE	X5
	PRIORITY	1
	ENTER	1
	SEIZE	*1
	LEAVE	1
	ADVANCE	V1
	RELEASE	*1
	TABULATE	1
	TERMINATE	1
PULO	TEST NE	P2,X2,SALTO
	ADVANCE	V2
	SAVEVALUE	1,P2
	TRANSFER	,VOLTA

**

**

DEFINICAO DAS VARIABEIS E TABELAS

**

1	FVARIABLE	(333*P5)/100
2	VARIABLE	P3+K140
3	FVARIABLE	(333*P4)/100
1	TABLE	M1,0,1000,20

**

INITIAL	X1,1/X2,2/X4,2/X5,4
INITIAL	X3,10000
START	500,NP
RESET	
START	5000
RESET	
INITIAL	X3,3333
START	5000
RESET	
INITIAL	X3,2000
START	5000
RESET	
INITIAL	X3,1250
START	5000
RESET	
INITIAL	X3,1000
START	5000
RESET	
INITIAL	X3,833
START	5000
RESET	
INITIAL	X3,715
START	5000

```

REPORT
CLO  INCLUDE  0
BLO  INCLUDE  0
SAV  INCLUDE  0
EJECT
SPACE  1
SPACE  2
SPACE  2
*****CLASSICAL SYSTEM, 2 PARTITIONS - LIST OF RESULTS*****
SPACE  2
* LINES CAPACITY = 2400BAUDS.
* 8-BIT CHARACTER CODE
* TIME UNIT = 1 MILLISECOND
SPACE  1
7    TEXT      ARRIVE RATE OF MESSAGES = EACH #X3,2/XXXXXX#MS
12   TEXT      MEAN RESPONSE TIME = #T1,3/XXXXX.X#  MS
12   TEXT      STANDARD DEVIATION = #T1,4/XXXXX.X#  MS
SPACE  3
*          STATISTICS FOR CPU
SPACE  1
FAC   INCLUDE  F4/1,2,4
SPACE  2
*          STATISTICS FOR LINES
SPACE  1
FAC   INCLUDE  F1-F3/1,2,4
SPACE  2
-----
*          STATISTICS FOR CONCENTRATOR QUEUES
SPACE  1
QUE   INCLUDE  Q1-Q3/1,2,3,7
SPACE  2
*          STATISTICS FOR PROCESSING QUEUE
SPACE  1
QUE   INCLUDE  Q4/1,2,3,7
SPACE  2
*          STATISTICS FOR OUTPUT STORAGE
SPACE  1
STO   INCLUDE  S1/1,3,6,8
EJECT
SPACE  3
SPACE  3
SPACE  3
*          STATISTICS FOR RESPONSE TIME
SPACE  3
TAB   INCLUDE  T1/3,4,10,11,12,13,15,16

```

*****CLASSICAL SYSTEM, 2 PARTITIONS - LIST OF RESULTS*****

LINES CAPACITY = 2400BAUDS

8-BIT CHARACTER CODE

TIME UNIT = 1 MILLISECOND

ARRIVE RATE OF MESSAGES = EACH 1250MS

MEAN RESPONSE TIME = 4073.4 MS

STANDARD DEVIATION = 3801.0 MS

STATISTICS FOR CPU

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
4	.038	48.227

STATISTICS FOR LINES

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
1	.491	918.128
2	.509	961.099
3	.546	1013.316

STATISTICS FOR CONCENTRATOR QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
1	9	.464	1735.326
2	9	.412	1556.773
3	9	.485	1798.884

STATISTICS FOR PROCESSING QUEUE

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
4	6	.005	7.060

STATISTICS FOR OUTPUT STORAGE

STORAGE	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRAN	MAXIMUM CONTENTS
1	.315	392.815	5

STATISTICS FOR RESPONSE TIME

MEAN ARGUMENT		STANDARD DEVIATION			
4073.446		3801.000			
UPPER LIMIT	OBSERVED FREQUENCY	PER CENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENTAGE	MULTIPLE OF MEAN	DEVIATION FROM MEAN
0	0	.00	.0	-.000	-1.071
1000	1421	28.41	28.4	.245	-.808
2000	542	10.83	39.2	.490	-.545
3000	409	8.17	47.4	.736	-.282
4000	418	8.35	55.7	.981	-.019
5000	469	9.37	65.1	1.227	.243
6000	461	9.21	74.3	1.472	.506
7000	401	8.01	82.4	1.718	.769
8000	196	3.91	86.3	1.963	1.033
9000	142	2.83	89.1	2.209	1.296
10000	131	2.61	91.7	2.454	1.559
11000	109	2.17	93.9	2.700	1.822
12000	95	1.89	95.8	2.945	2.085
13000	58	1.15	97.0	3.191	2.348
14000	49	.97	98.0	3.436	2.611
15000	20	.39	98.4	3.682	2.874
16000	21	.41	98.8	3.927	3.137
17000	17	.33	99.1	4.173	3.400
18000	8	.15	99.3	4.418	3.663
OVERFLOW	33	.65	100.0		
AVERAGE VALUE OF OVERFLOW		20594.12			

LIST. 6.3 - SISTEMA CLÁSSICO COM TRÊS PARTIÇÕES

```

*LOC  OPERATION  A,B,C,D,E,F,G      COMMENTS
      SIMULATE

**
**  FUNCAO EXPONENCIAL
      1 FUNCTION  RN1,C24
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/
.75,1.38/.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/
.95,2.99/.96,3.2/.97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/
.999,7.0/.9997,8.0
**
**  ATRIBUICAO DE LINHA AS MENSAGENS GERADAS
      2 FUNCTION  RN1,D3
.3333,1/.6666,2/1,3
**
**  COMPRIMENTOS DAS MENSAGENS GERADAS
      4 FUNCTION  RN1,C5
0,10/.25,20/.50,30/.75,40/1,50
**
**  COMPRIMENTOS DAS RESPOSTAS AOS TERMINAIS
      5 FUNCTION  RN1,C9
0,10/.125,20/.250,50/.375,100/.500,200/.625,500/.750,1000/
.875,1500/1,2000
-----
**
**
      GENERATE  X1,FN1,,,,5,H
      ASSIGN   1,FN2
      ASSIGN   3,X2,1
      ASSIGN   4,FN4
      ASSIGN   5,FN5
      QUEUE    *1
      SEIZE    *1
      DEPART   *1
      ADVANCE  V3
      RELEASE  *1
      QUEUE    X3
      SEIZE    X3
      DEPART   X3
      ADVANCE  P3
      RELEASE  X3
      PRIORITY 1
      ENTER    1
      SEIZE    *1
      LEAVE    1

```

ADVANCE V1
 RELEASE *1
 TABULATE 1
 TERMINATE 1

**

** DEFINICAO DAS VARIAVEIS E TABELAS **

**

1 FVARIABLE (333*P5)/100
 3 FVARIABLE (333*P4)/100
 1 TABLE M1,0,1000,20

INITIAL X2,2/X3,4
 INITIAL X1,10000

START 500,NP

RESET

START 5000

RESET

INITIAL X1,3333

START 5000

RESET

INITIAL X1,2000

START 5000

RESET

INITIAL X1,1250

START 5000

RESET

INITIAL X1,1000

START 5000

RESET

INITIAL X1,833

START 5000

RESET

INITIAL X1,715

START 5000

REPORT

CLO INCLUDE 0

BLO INCLUDE 0

SAV INCLUDE 0

EJECT

SPACE 1

SPACE 2

SPACE 2

*****CLASSICAL SYSTEM, 3 PARTITIONS - LIST OF RESULTS*****

SPACE 2

*LINES CAPACITY = 2400BAUDS

*8-BIT CHARACTER CODE

*TIME UNIT = 1 MILLISECOND

7 SPACE 1
 7 TEXT ARRIVE RATE OF MESSAGES = EACH #X1,2/XXXXXX#MS
 12 TEXT MEAN RESPONSE TIME = #T1,3/XXXXX.X# MS
 12 TEXT STANDARD DEVIATION = #T1,4/XXXXX.X# MS
 SPACE 3

* STATISTICS FOR CPU

SPACE 1
 FAC INCLUDE F4/1,2,4
 SPACE 2

* STATISTICS FOR LINES

SPACE 1
 FAC INCLUDE F1-F3/1,2,4
 SPACE 2

* STATISTICS FOR CONCENTRATOR QUEUES

SPACE 1
 QUE INCLUDE Q1-Q3/1,2,3,7
 SPACE 2

* STATISTICS FOR PROCESSING QUEUE

SPACE 1
 QUE INCLUDE Q4/1,2,3,7
 SPACE 2

* STATISTICS FOR OUTPUT STORAGE

SPACE 1
 STO INCLUDE S1/1,3,6,8
 EJECT
 SPACE 3
 SPACE 3
 SPACE 3

* STATISTICS FOR RESPONSE TIME

TAB INCLUDE T1/3,4,10,11,12,13,15,16
 EJECT
 END

*****CLASSICAL SYSTEM, 3 PARTITIONS - LIST OF RESULTS*****

LINES CAPACITY = 2400BAUDS

8-BIT CHARACTER CODE

TIME UNIT = 1 MILLISECOND

ARRIVE RATE OF MESSAGES = EACH 1250MS

MEAN RESPONSE TIME = 3835.4 MS

STANDARD DEVIATION = 3838.0 MS

STATISTICS FOR CPU

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
4	.001	1.500

STATISTICS FOR LINES

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
1	.532	976.079
2	.496	937.828
3	.507	913.962

STATISTICS FOR CONCENTRATOR QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
1	8	.494	1812.971
2	11	.452	1710.465
3	8	.456	1643.000

STATISTICS FOR PROCESSING QUEUE

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
4	1	.000	.004

STATISTICS FOR OUTPUT STORAGE

STORAGE	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRAN	MAXIMUM CONTENTS
1	.185	227.889	3

STATISTICS FOR RESPONSE TIME

MEAN ARGUMENT

3835.462

STANDARD DEVIATION

3838.000

UPPER LIMIT	OBSERVED FREQUENCY	PER CENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENTAGE	MULTIPLE OF MEAN	DEVIATION FROM MEAN
0	0	.00	.0	-.000	-.999
1000	1497	29.93	29.9	.260	-.738
2000	556	11.11	41.0	.521	-.478
3000	442	8.83	49.8	.782	-.217
4000	484	9.67	59.5	1.042	.042
5000	471	9.41	68.9	1.303	.303
6000	420	8.39	77.3	1.564	.563
7000	384	7.67	85.0	1.825	.824
8000	172	3.43	88.5	2.085	1.085
9000	134	2.67	91.1	2.346	1.345
10000	100	1.99	93.1	2.607	1.606
11000	90	1.79	94.9	2.867	1.866
12000	51	1.01	96.0	3.128	2.127
13000	42	.83	96.8	3.389	2.387
14000	44	.87	97.7	3.650	2.648
15000	24	.47	98.2	3.910	2.908
16000	12	.23	98.4	4.171	3.169
17000	15	.29	98.7	4.432	3.430
18000	19	.37	99.1	4.693	3.690
OVERFLOW	43	.85	100.0		
AVERAGE VALUE OF OVERFLOW		22048.76			

LIST. 6.4 - SISTEMA CLÁSSICO COM UMA PARTIÇÃO, POLÍTICA ASTUCIOSA

```

*LOC      OPERATION  A,B,C,D,E,F,G      COMMENTS
      SIMULATE

**
**  FUNCAO EXPONENCIAL
      1 FUNCTION    RN1,C24
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/
.75,1.38/.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/
.95,2.99/.96,3.2/.97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/
.999,7.0/.9997,8.0
**
**  ATRIBUICAO DE LINHA AS MENSAGENS GERADAS
      2 FUNCTION    RN1,D3
.3333,1/.6666,2/1,3
**
**  ATRIBUICAO DE PROCESSO AS MENSAGENS GERADAS
      3 FUNCTION    RN1,D3
.3333,1/.6666,2/1,3
**
**  COMPRIMENTOS DAS MENSAGENS GERADAS
      4 FUNCTION    RN1,C5
0,10/.25,20/.50,30/.75,40/1,50
**
**  COMPRIMENTOS DAS RESPOSTAS AOS TERMINAIS
      5 FUNCTION    RN1,C9
0,10/.125,20/.250,50/.375,100/.500,200/.625,500/.750,1000/
.875,1500/1,2000
**
**  FUNCAO PESQUISA DE FILAS P/ PROCESSAMENTO **
      6 FUNCTION    P1,D3
1,2/2,3/3,1
**
**
**
**  CICLO DAS MENSAGENS ORIGINADAS NOS TERMINAIS **
**
      GENERATE      X1,FN1,,,,5,H
      ASSIGN        1,FN2
      ASSIGN        2,FN3
      ASSIGN        3,X3,1
      ASSIGN        4,FN4
      ASSIGN        5,FN5
      QUEUE         *1
      SEIZE         *1

```

```

DEPART      *1
ADVANCE     V1
RELEASE     *1
LOGIC S     1
LINK        P2,FIFO
LABEL SEIZE  X4
ADVANCE     P3
RELEASE     X4
UNLINK      X5,ROTUL,1
PRIORITY    1
ENTER       1
SEIZE       *1
LEAVE       1

ADVANCE     V2
RELEASE     *1
TABULATE    1
TERMINATE   1

```

**

** CICLO DA MENSAGEM DE PESQUISA DAS FILAS **

**

```

GENERATE    1,,1,,1,H
ASSIGN      1,X2
ROTUL SEIZE  X4
TESTE TEST NE V3,K0,RESET
VOLTA TEST NE CH*1,K0,DESVI
TEST E      P1,X2,PULOS
RETRN UNLINK P1,LABEL,1
RELEASE     X4
LINK        X5,FIFO
DESVI ASSIGN 1,FN6
TRANSFER    ,TESTE
PULOS ADVANCE X6
SAVEVALUE   2,P1
TRANFER     ,RETRN
RESET RELEASE X4
LOGIC R     1
GATE LS     1
TRANSFER    ,ROTUL

```

**

** DEFINICAO DAS VARIAVEIS E TABELAS **

**

```

1 FVARIABLE (83*P4)/100
2 FVARIABLE (83*P5)/100
3 VARIABLE  CH1+CH2+CH3

```

1 TABLE M1,0,1000,20

**

** INICIALIZACAO DOS SAVEVALUES **

**

INITIAL X2,1/X3,2/X4,4/X5,4/X6,140

INITIAL X1,2000

START 500,NP

RESET

START 5000

RESET

INITIAL X1,666

START 5000

RESET

INITIAL X1,400

START 5000

RESET

INITIAL X1,286

START 5000

RESET

INITIAL X1,222

START 5000

RESET

INITIAL X1,182

START 5000

RESET

INITIAL X1,167

START 5000

REPORT

CLO INCLUDE 0

BLO INCLUDE 0

SAV INCLUDE 0

EJECT

SPACE 1

SPACE 2

SPACE 2

*****CLASSICAL SYSTEM, 1 PARTITION -- LIST OF RESULTS*****

***** MORE SOFISTICATED ADMINISTRATION OF MESSAGES *****

SPACE 1

*LINES CAPACITY = 9600BAUDS

*8-BIT CHARACTER CODE

*TIME UNIT = 1 MILLISECOND

SPACE 1

7 TEXT ARRIVE RATE OF MESSAGES = EACH #X1,2/XXXXXX# MS

12 TEXT MEAN RESPONSE TIME = #T1,3/XXXXX.X# MS

```

12  TEXT      STANDARD DEVIATION = #T1,4/XXXXX.X#  MS
    SPACE    1
*    STATISTICS FOR CPU
    SPACE    1
FAC  INCLUDE   F4/1,2,4
    SPACE    2
*    STATISTICS FOR LINES
    SPACE    1
FAC  INCLUDE   F1-F3/1,2,4
    SPACE    2
*    STATISTICS FOR CONCENTRATOR QUEUES
    SPACE    1
QUE  INCLUDE   Q1-Q3/1,2,3,7
    SPACE    2
*    STATISTICS FOR PROCESSING QUEUES
    SPACE    1
CHA  INCLUDE   CH1-CH3/1,3,5,6
    SPACE    2
*    STATISTICS FOR OUTPUT STORAGE
    SPACE    1
STO  INCLUDE   S1/1,3,6,8
    EJECT
    SPACE    3
    SPACE    3
    SPACE    3
*                                STATISTICS FOR RESPONSE TIME
    SPACE    3
TAB  INCLUDE   T1/3,4,10,11,12,13,15,16
    EJECT
    END

```

*****CLASSICAL SYSTEM, 1 PARTITION -- LIST OF RESULTS*****
 ***** MORE SOFISTICATED ADMINISTRATION OF MESSAGES *****

LINES CAPACITY = 9600BAUDS
 8-BIT CHARACTER CODE
 TIME UNIT = 1 MILLISECOND

ARRIVE RATE OF MESSAGES = EACH 222 MS
 MEAN RESPONSE TIME = 2058.7 MS
 STANDARD DEVIATION = 1826.0 MS

STATISTICS FOR CPU

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
4	.346	31.387

STATISTICS FOR LINES

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
1	.704	227.389
2	.745	243.265
3	.688	231.451

STATISTICS FOR CONCENTRATOR QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
1	17	1.579	1020.723
2	19	1.711	1117.780
3	11	1.018	684.551

STATISTICS FOR PROCESSING QUEUES

USER CHAIN	AVERAGE TIME/TRANS	AVERAGE CONTENTS	MAXIMUM CONTENTS
1	155.774	.236	8
2	155.563	.236	7
3	154.160	.235	7

STATISTICS FOR OUTPUT STORAGE

STORAGE	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRAN	MAXIMUM CONTENTS
1	2.236	489.340	13

STATISTICS FOR RESPONSE TIME

MEAN ARGUMENT
2058.704

STANDARD DEVIATION
1826.000

UPPER LIMIT	OBSERVED FREQUENCY	PER CENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENTAGE	MULTIPLE OF MEAN	DEVIATION FROM MEAN
0	0	.00	.0	-.000	-1.127
1000	1692	33.83	33.8	.485	-.579
2000	1342	26.83	60.6	.971	-.032
3000	823	16.45	77.1	1.457	.515
4000	457	9.13	86.2	1.942	1.063
5000	297	5.93	92.2	2.428	1.610
6000	153	3.05	95.2	2.914	2.158
7000	110	2.19	97.4	3.400	2.706
8000	63	1.25	98.7	3.885	3.253
9000	34	.67	99.4	4.371	3.801
10000	21	.41	99.8	4.857	4.349
11000	6	.11	99.9	5.343	4.896
12000	1	.01	99.9	5.828	5.444
13000	1	.01	100.0	6.314	5.991

REMAINING FREQUENCIES ARE ALL ZERO

LIST. 6.5 - REDE DE TRÊS COMPUTADORES

```

*LOC      OPERATION  A,B,C,D,E,F,G      COMMENTS
      SIMULATE
* ATRIBUICAO DE PROCESSO AS MENSAGENS GERADAS NO NODO-J
      1 FUNCTION      RN1,D3
.50,1/.75,2/1,3
      2 FUNCTION      RN1,D3
.25,1/.75,2/1,3
      3 FUNCTION      RN1,D3
.25,1/.50,2/1,3
*
* FUNCAO EXPONENCIAL
      4 FUNCTION      RN1,C24
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/
.75,1.38/.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/
.95,2.99/.96,3.2/.97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/
.999,7.0/.9997,8.0
*
* ATRIBUICAO DE NODO
      5 FUNCTION      RN1,D3
.3333,1/.6666,2/1,3
*
* ATRIBUICAO DE FILA DE PERGUNTA
      6 FUNCTION      V2,D6
12,7/13,8/21,9/23,10/31,11/32,12
*
* ATRIBUICAO DE FILA DE RESPOSTA
      7 FUNCTION      V2,D6
12,13/13,14/21,15/23,16/31,17/32,18
*
* LINHAS DE TRANSMISSAO ENTRE OS NODOS
      8 FUNCTION      V2,D6
12,7/13,9/21,7/23,8/31,9/32,8
*
* COMPRIMENTOS DAS MENSAGENS GERADAS
      9 FUNCTION      RN1,C5
0,10/.25,20/.50,30/.75,40/1,50
*
* COMPRIMENTOS DAS RESPOSTAS AOS TERMINAIS
      10 FUNCTION     RN1,C9
0,10/.125,20/.250,50/.375,100/.500,200/.625,500/.750,1000/
.875,1500/1,2000
*
      GENERATE      X1,FN4,,,,8,H

```

	ASSIGN	1, FN5
	ASSIGN	2, FN*1
	ASSIGN	6, FN9
	ASSIGN	7, FN10
	ASSIGN	8, X2, 4
	QUEUE	V7
	SEIZE	V1
	DEPART	V7
	ADVANCE	V8
	RELEASE	V1
	TEST E	P1, P2, AAA
	QUEUE	*1
	SEIZE	*1
	DEPART	*1
	ADVANCE	P8
LABEL	RELEASE	*1
	PRIORITY	1
CCC	QUEUE	V1
	SEIZE	V1
	DEPART	V1
	ADVANCE	V3
	RELEASE	V1
	TABULATE	1
	TERMINATE	1
AAA	ASSIGN	3, FN6
	ASSIGN	4, FN8
	TEST LE	Q*3, Q*1, BBB
	QUEUE	*3
	SEIZE	*4
	DEPART	*3
	ADVANCE	V4
	RELEASE	*4
	QUEUE	*2
	SEIZE	*2
	DEPART	*2
	ADVANCE	P8
	RELEASE	*2
	ASSIGN	5, FN7
	PRIORITY	1
	QUEUE	*5
	SEIZE	*4
	DEPART	*5
	ADVANCE	V5
	RELEASE	*4

```

        TRANSFER      ,CCC
BBB      QUEUE        *1
        SEIZE         *1
        DEPART        *1
        ADVANCE       V6
        TRANSFER      ,LABEL

```

**

** DEFINICAO DAS VARIAVEIS E TABELAS

**

```

1 VARIABLE  P1+3
2 VARIABLE  10*P1+P2
3 FVARIABLE (333*P7)/100
4 FVARIABLE (166*P6)/100
5 FVARIABLE (166*P7)/100
6 VARIABLE  140+P8
7 VARIABLE  P1+K18
8 FVARIABLE (333*P6)/100
1 TABLE    M1,0,1000,20

```

```

    INITIAL  X2,2
    INITIAL  X1,10000
    START    500,NP
    RESET
    START    5000
    RESET
    INITIAL  X1,3333
    START    5000

```

```

    RESET
    INITIAL  X1,2000
    START    5000
    RESET
    INITIAL  X1,1250
    START    5000
    RESET
    INITIAL  X1,1000
    START    5000
    RESET
    INITIAL  X1,833
    START    5000
    RESET
    INITIAL  X1,715
    START    5000

```

```

CLO  INCLUDE  0
BLO  INCLUDE  0

```

```

SAV    INCLUDE    0
      EJECT
      SPACE      1
      SPACE      2
      SPACE      2
*****THREE COMPUTERS NETWORK  -   LIST OF RESULTS*****
      SPACE      2
*LINE (CONCENTRATOR-COMPUTER)  CAPACITY = 2400BAUDS
*LINE (  COMPUTER-COMPUTER   )  CAPACITY = 4800BAUDS
*8-BIT CHARACTER CODE
*TIME UNIT = 1 MILLISECOND
      SPACE      1
  7    TEXT      ARRIVE RATE OF MESSAGES = EACH #X1,2/XXXXX# MS
  12   TEXT      MEAN RESPONSE TIME = #T1,3/XXXXX.X#  MS
  12   TEXT      STANDARD DEVIATION = #T1,4/XXXXX.X#  MS
      SPACE      3
*      STATISTICS FOR CPU (F1-F3)
      SPACE      1
FAC    INCLUDE    F1-F3/1,2,4
      SPACE      2
*      STATISTICS FOR LINES (CONCENTRATOR-COMPUTER)
      SPACE      1
FAC    INCLUDE    F4-F6/1,2,4
      SPACE      2
*      STATISTICS FOR LINES (COMPUTER-COMPUTER)
      SPACE      1
FAC    INCLUDE    F7-F9/1,2,4
      EJECT
      SPACE      3
      SPACE      2
*      STATISTICS FOR PROCESSING QUEUES
      SPACE      1
QUE    INCLUDE    Q1-Q3/1,2,3,7
      SPACE      2
*      STATISTICS FOR TERMINAL RESPONSE QUEUES
      SPACE      1
QUE    INCLUDE    Q4-Q6/1,2,3,7
      SPACE      2
*      STATISTICS FOR QUESTION QUEUES
      SPACE      1
QUE    INCLUDE    Q7-Q12/1,2,3,7
      SPACE      2
*      STATISTICS FOR ANSWER QUEUES
      SPACE      1

```

```
QUE    INCLUDE    Q13-Q18/1,2,3,7
      SPACE      2
*      STATISTICS FOR CONCENTRATOR QUEUES
      SPACE      1
QUE    INCLUDE    Q19-Q21/1,2,3,7
      EJECT
      SPACE      3
      SPACE      3
      SPACE      3
*
                                STATISTICS FOR RESPONSE TIME
      SPACE      3
TAB    INCLUDE    T1/3,4,10,11,12,13,15,16
      EJECT
      END
```

*****THREE COMPUTERS NETWORK - LIST OF RESULTS*****

LINES (CONCENTRATOR-COMPUTER) CAPACITY = 2400BAUDS
 LINES (COMPUTER-COMPUTER) CAPACITY = 4800BAUDS
 8-BIT CHARACTER CODE
 TIME UNIT = 1 MILLISECOND

ARRIVE RATE OF MESSAGES = EACH 1250 MS
 MEAN RESPONSE TIME = 4569.9 MS
 STANDARD DEVIATION = 4448.0 MS

STATISTICS FOR CPU (F1-F3)

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
1	.000	2.579
2	.000	2.619
3	.000	2.753

STATISTICS FOR LINES (CONCENTRATOR-COMPUTER)

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
4	.496	927.170
5	.522	986.999
6	.486	901.775

STATISTICS FOR LINES (COMPUTER-COMPUTER)

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
7	.126	493.100
8	.131	487.505
9	.117	450.304

STATISTICS FOR PROCESSING QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
1	1	.000	.070
2	1	.000	.049
3	2	.000	.120

STATISTICS FOR TERMINAL RESPONSE QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
4	4	.125	469.566
5	4	.124	470.294
6	4	.128	475.753

STATISTICS FOR QUESTION QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
7	1	.011	181.820
8	1	.011	177.047
9	1	.010	157.398
10	1	.011	163.716
11	1	.010	152.949
12	1	.009	143.438

STATISTICS FOR ANSWER QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
13	1	.001	25.523
14	2	.000	8.318
15	2	.001	17.199
16	2	.000	11.471
17	2	.000	12.921
18	2	.001	16.598

STATISTICS FOR CONCENTRATOR QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
19	8	.431	1609.196
20	12	.481	1817.166
21	7	.424	1573.627

STATISTICS FOR RESPONSE TIME

MEAN ARGUMENT		STANDARD DEVIATION			
4569.988		4448.000			
UPPER LIMIT	OBSERVED FREQUENCY	PER CENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENTAGE	MULTIPLE OF MEAN	DEVIATION FROM MEAN
0	0	.00	.0	-.000	-1.027
1000	1401	28.01	28.0	.218	-.802
2000	503	10.05	38.0	.437	-.577
3000	419	8.37	46.4	.656	-.352
4000	430	8.59	55.0	.875	-.128
5000	367	7.33	62.3	1.094	.096
6000	342	6.83	69.2	1.312	.321
7000	333	6.65	75.8	1.531	.546
8000	215	4.29	80.1	1.750	.771
9000	232	4.63	84.8	1.969	.995
10000	189	3.77	88.6	2.188	1.220
11000	131	2.61	91.2	2.407	1.445
12000	109	2.17	93.4	2.625	1.670
13000	66	1.31	94.7	2.844	1.895
14000	65	1.29	96.0	3.063	2.120
15000	48	.95	96.9	3.282	2.344
16000	28	.55	97.5	3.501	2.569
17000	22	.43	97.9	3.719	2.794
18000	26	.51	98.5	3.938	3.019
OVERFLOW	74	1.47	100.0		
AVERAGE VALUE OF OVERFLOW		21528.60			

*****THREE COMPUTERS NETWORK - LIST OF RESULTS*****

LINES (CONCENTRATOR-COMPUTER) CAPACITY = 2400BAUDS
 LINES (COMPUTER-COMPUTER) CAPACITY = 9600BAUDS
 8-BIT CHARACTER CODE
 TIME UNIT = 1 MILLISECOND

ARRIVE RATE OF MESSAGES = EACH 1250 MS
 MEAN RESPONSE TIME = 4117.4 MS
 STANDARD DEVIATION = 4058.0 MS

STATISTICS FOR CPU (F1-F3)

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
1	.000	1.929
2	.000	2.008
3	.000	2.249

STATISTICS FOR LINES (CONCENTRATOR-COMPUTER)

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
4	.496	927.753
5	.522	986.999
6	.486	901.428

STATISTICS FOR LINES (COMPUTER-COMPUTER)

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
7	.063	245.955
8	.066	244.599
9	.059	225.938

STATISTICS FOR PROCESSING QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
1	1	.000	.003
2	1	.000	.044
3	1	.000	.000

STATISTICS FOR TERMINAL RESPONSE QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
4	3	.107	402.566
5	3	.104	396.273
6	3	.101	375.959

STATISTICS FOR QUESTION QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
7	1	.004	64.946
8	1	.003	48.321
9	1	.002	32.496
10	1	.003	51.304
11	1	.004	59.122
12	1	.002	45.371

STATISTICS FOR ANSWER QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
13	1	.000	5.190
14	1	.000	.019
15	1	.000	4.547
16	1	.000	2.318
17	1	.000	.040
18	1	.000	.022

STATISTICS FOR CONCENTRATOR QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
19	8	.416	1554.675
20	12	.451	1702.662
21	7	.406	1504.635

STATISTICS FOR RESPONSE TIME

MEAN ARGUMENT		STANDARD DEVIATION			
4117.449		4058.000			
UPPER LIMIT	OBSERVED FREQUENCY	PER CENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENTAGE	MULTIPLE OF MEAN	DEVIATION FROM MEAN
0	0	.00	.0	-.000	-1.014
1000	1487	29.73	29.7	.242	-.768
2000	539	10.77	40.5	.485	-.521
3000	448	8.95	49.4	.728	-.275
4000	408	8.15	57.6	.971	-.028
5000	371	7.41	65.0	1.214	.217
6000	417	8.33	73.3	1.457	.463
7000	351	7.01	80.4	1.700	.710
8000	252	5.03	85.4	1.942	.956
9000	169	3.37	88.8	2.185	1.203
10000	135	2.69	91.5	2.428	1.449
11000	102	2.03	93.5	2.671	1.696
12000	84	1.67	95.2	2.914	1.942
13000	45	.89	96.1	3.157	2.188
14000	47	.93	97.0	3.400	2.435
15000	42	.83	97.9	3.643	2.681
16000	22	.43	98.3	3.885	2.928
17000	18	.35	98.7	4.128	3.174
18000	21	.41	99.1	4.371	3.421
OVERFLOW	42	.83	100.0		
AVERAGE VALUE OF OVERFLOW		21983.37			

*****THREE COMPUTERS NETWORK - LIST OF RESULTS*****

LINES (CONCENTRATOR-COMPUTER) CAPACITY = 2400BAUDS
 LINES (COMPUTER-COMPUTER) CAPACITY = 50000BAUDS
 8-BIT CHARACTER CODE
 TIME UNIT = 1 MILLISECOND

ARRIVE RATE OF MESSAGES = EACH 1250 MS
 MEAN RESPONSE TIME = 3778.1 MS
 STANDARD DEVIATION = 3752.0 MS

STATISTICS FOR CPU (F1-F3)

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
1	.000	1.442
2	.000	1.663
3	.000	1.661

STATISTICS FOR LINES (CONCENTRATOR-COMPUTER)

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
4	.496	927.339
5	.522	986.947
6	.486	901.827

STATISTICS FOR LINES (COMPUTER-COMPUTER)

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
7	.012	47.239
8	.012	46.594
9	.011	43.436

STATISTICS FOR PROCESSING QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
1	1	.000	.001
2	1	.000	.044
3	1	.000	.000

STATISTICS FOR TERMINAL RESPONSE QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
4	3	.080	300.894
5	4	.083	313.727
6	3	.082	307.137

STATISTICS FOR QUESTION QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
7	1	.000	2.835
8	1	.000	3.094
9	1	.000	2.262
10	1	.000	2.128
11	1	.000	4.673
12	1	.000	3.055

STATISTICS FOR ANSWER QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
13	1	.000	.000
14	1	.000	.000
15	1	.000	.000
16	1	.000	.000
17	1	.000	.000
18	1	.000	.000

STATISTICS FOR CONCENTRATOR QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
19	8	.412	1539.364
20	11	.438	1654.478
21	6	.390	1445.012

STATISTICS FOR RESPONSE TIME

MEAN ARGUMENT		STANDARD DEVIATION			
3778.195		3752.000			
UPPER LIMIT	OBSERVED FREQUENCY	PER CENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENTAGE	MULTIPLE OF MEAN	DEVIATION FROM MEAN
0	0	.00	.0	-.000	-1.006
1000	1553	31.05	31.0	.264	-.740
2000	579	11.57	42.6	.529	-.473
3000	429	8.57	51.2	.794	-.207
4000	435	8.69	59.9	1.058	.059
5000	464	9.27	69.1	1.323	.325
6000	397	7.93	77.1	1.588	.592
7000	375	7.49	84.6	1.852	.858
8000	171	3.41	88.0	2.117	1.125
9000	151	3.01	91.0	2.382	1.391
10000	114	2.27	93.3	2.646	1.658
11000	86	1.71	95.0	2.911	1.924
12000	55	1.09	96.1	3.176	2.191
13000	47	.93	97.1	3.440	2.457
14000	38	.75	97.8	3.705	2.724
15000	29	.57	98.4	3.970	2.990
16000	19	.37	98.8	4.234	3.257
17000	15	.29	99.1	4.499	3.523
18000	11	.21	99.3	4.764	3.790
OVERFLOW	32	.63	100.0		
AVERAGE VALUE OF OVERFLOW		21576.53			

LIST. 6.6 - REDE PENTAGONAL DE COMPUTADORES

```

*LOC      OPERATION  A,B,C,D,E,F,G      COMMENTS
      SIMULATE

*
** ATRIBUICAO DE PROCESSO AS MENSAGENS GERADAS NO NODO-J
      1 FUNCTION    RN1,D5
0,5,1/.625,2/.750,3/.875,4/1,5
      2 FUNCTION    RN1,D5
0,125,1/.625,2/.750,3/.875,4/1,5
      3 FUNCTION    RN1,D5
0,125,1/.250,2/.750,3/.875,4/1,5
      4 FUNCTION    RN1,D5
0,125,1/.250,2/.375,3/.875,4/1,5
      5 FUNCTION    RN1,D5
0,125,1/.250,2/.375,3/.500,4/1,5
**
** FUNCAO EXPONENCIAL **
      6 FUNCTION    RN1,C24
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/
.75,1.38/.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/
.95,2.99/.96,3.2/.97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/
.999,7.0/.9997,8.0
**
** ATRIBUICAO DE NODO **
      7 FUNCTION    RN1,D5
0,2,1/.4,2/.6,3/.8,4/1,5
**
** ATRIBUICAO DE FILA DE PERGUNTA **
      8 FUNCTION    V2,D10
12,11/15,12/21,13/23,14/32,15/34,16/43,17/45,18/51,19/54,20
**
** ATRIBUICAO DE FILA DE RESPOSTA **
      9 FUNCTION    V2,D10
12,21/15,22/21,23/23,24/32,25/34,26/43,27/45,28/51,29/54,30
**
** LINHAS DE TRANSMISSAO ENTRE OS NODOS **
      10 FUNCTION   V2,D10
12,11/15,15/21,11/23,12/32,12/34,13/43,13/45,14/51,15/54,14
**
** COMPRIMENTOS DAS MENSAGENS GERADAS
      11 FUNCTION   RN1,C5
0,10/.25,20/.50,30/.75,40/1,50
**
** COMPRIMENTOS DAS RESPOSTAS AOS TERMINAIS
      12 FUNCTION   RN1,C9

```

0,10/.125,20/.250,50/.375,100/.500,200/.625,500/.750,1000/
 .875,1500/1,2000

**

	GENERATE	X1,FN6,,,,15,H
	ASSIGN	1,FN7
	ASSIGN	2,FN*1
	ASSIGN	6,FN11
	ASSIGN	7,FN12
	ASSIGN	8,X2,6
	QUEUE	V7
	SEIZE	V1
	DEPART	V7
	ADVANCE	V8
	RELEASE	V1
	TEST E	P1,P2,AAA
	QUEUE	*1
	SEIZE	*1
	DEPART	*1
	ADVANCE	P8
LABEL	RELEASE	*1
	PRIORITY	1
CCC	QUEUE	V1
	SEIZE	V1
	DEPART	V1
	ADVANCE	V3
	RELEASE	V1
	TABULATE	1
	TERMINATE	1
AAA	ASSIGN	10,P1
DDD	ASSIGN	14+,1
	TEST LE	P14,K1,EEE
	TEST NE	MH*14(P1,P2),K0,EEE
	ASSIGN	V9,MH*14(P1,P2)
	TRANSFER	,DDD
EEE	ASSIGN	V9,P2
	ASSIGN	14,K10
VOLTA	ASSIGN	1,P*14
	ASSIGN	14+,1
	TEST NE	P*14,K0,DESV
	ASSIGN	2,P*14
	ASSIGN	3,FN8
	ASSIGN	4,FN10
	TEST LE	Q*3,Q*1,PULO
	QUEUE	*3
	SEIZE	*4

	DEPART	*3
	ADVANCE	V4
	RELEASE	*4
	TRANSFER	,VOLTA
DESV	QUEUE	*2
	SEIZE	*2
	DEPART	*2
	ADVANCE	P8
HHH	RELEASE	*2
	PRIORITY	1
	ASSIGN	14-,K2
LOOP	ASSIGN	1,P*14
	ASSIGN	4,FN10
	ASSIGN	5,FN9
	QUEUE	*5
	SEIZE	*4
	DEPART	*5
	ADVANCE	V5
	RELEASE	*4
	ASSIGN	2,P*14
	ASSIGN	14-,1
	TEST NE	P14,K9,CCC
	TRANSFER	,LOOP
PULO	QUEUE	*1
	SEIZE	*1
	DEPART	*1
	ADVANCE	V6
	TEST NE	P14,K11,LABEL
	ASSIGN	2,P1
	TRANSFER	,HHH

**

** DEFINICAO DAS VARIABEIS E TABELA **

1	VARIABLE	P1+5
2	VARIABLE	10*P1+P2
3	FVARIABLE	(333*P7)/100
4	FVARIABLE	(166*P6)/100
5	FVARIABLE	(166*P7)/100
6	VARIABLE	140+P8
7	VARIABLE	P1+K30
8	FVARIABLE	(333*P6)/100
9	VARIABLE	10+P14
1	TABLE	M1,0,1000,20
1	MATRIX	H,5,5

**

** INICIALIZACAO DOS DADOS **

**

```

INITIAL      X2,2
INITIAL      MH1(1,3),2/MH1(1,4),5/MH1(2,4),3/MH1(2,5),1
INITIAL      MH1(3,5),4/MH1(4,1),5/MH1(4,2),3/MH1(5,2),1
INITIAL      MH1(3,1),2/MH1(5,3),4
INITIAL      X1,6000
START        500,NP
RESET
START        5000
RESET
INITIAL      X1,1500
START        5000
RESET
INITIAL      X1,1000
START        5000
RESET
INITIAL      X1,750
START        5000
RESET
INITIAL      X1,600
START        5000
RESET
INITIAL      X1,500
START        5000
RESET
INITIAL      X1,428
START        5000
REPORT
CLO  INCLUDE  0
BLO  INCLUDE  0
SAV  INCLUDE  0
EJECT
SPACE  1
SPACE  2
SPACE  2

```

*****FIVE COMPUTERS NETWORK - LIST OF RESULTS*****

```

SPACE      2
*LINE (CONCENTRATOR-COMPUTER) CAPACITY = 2400BAUDS
*LINE (  COMPUTER-COMPUTER  ) CAPACITY = 4800BAUDS
*8-BIT CHARACTER CODE
*TIME UNIT = 1 MILLISECOND
SPACE      1
7  TEXT    ARRIVE RATE OF MESSAGES = EACH#X1,2/XXXXX# MS
12 TEXT    MEAN RESPONSE TIME = #T1,3/XXXXX.X#  MS
12 TEXT    STANDARD DEVIATION = #T1,4/XXXXX.X#  MS

```

```

SPACE      3
*          STATISTICS FOR CPU (F1-F5)
SPACE      1
FAC        INCLUDE    F1-F5/1,2,4
SPACE      2
*          STATISTICS FOR LINES (CONCENTRATOR-COMPUTER)
SPACE      1
FAC        INCLUDE    F6-F10/1,2,4
SPACE      2
*          STATISTICS FOR LINES (COMPUTER-COMPUTER)
SPACE      1
FAC        INCLUDE    F11-F15/1,2,4
EJECT
SPACE      2
SPACE      3
SPACE      3
SPACE      3
*          STATISTICS FOR PROCESSING QUEUES
SPACE      1
QUE        INCLUDE    Q1-Q5/1,2,3,7
SPACE      2
*          STATISTICS FOR RESPONSE TERMINAL QUEUES
SPACE      1
QUE        INCLUDE    Q6-Q10/1,2,3,7
SPACE      2
*          STATISTICS FOR QUESTION QUEUES
SPACE      1
QUE        INCLUDE    Q11-Q20/1,2,3,7
EJECT
SPACE      2
SPACE      3
SPACE      3
SPACE      3
SPACE      1
*          STATISTICS FOR ANSWER QUEUES
SPACE      1
QUE        INCLUDE    Q21-Q30/1,2,3,7
SPACE      5
*          STATISTICS FOR CONCENTRATOR QUEUES
SPACE      1
QUE        INCLUDE    Q31-Q35/1,2,3,7
EJECT
SPACE      3
SPACE      3
SPACE      3
*
STATISTICS FOR RESPONSE TIME

```

```
TAB    SPACE      3
      INCLUDE    T1/3,4,10,11,12,13,15,16

      EJECT
      SPACE      3
      SPACE      2
      SPACE      3
      SPACE      3
      SPACE      3
      SPACE      3
      SPACE      3
      SPACE      3
      SPACE      3
*NETWORK TOPOLOGICAL MATRIX
      SPACE      3
MHSAV INCLUDE    ,MH1
      EJECT
      END
```

*****FIVE COMPUTERS NETWORK - LIST OF RESULTS*****

LINES (CONCENTRATOR-COMPUTER) CAPACITY = 2400BAUDS
 LINES (COMPUTER-COMPUTER) CAPACITY = 4800BAUDS
 8-BIT CHARACTER CODE
 TIME UNIT = 1 MILISECOND

ARRIVE RATE OF MESSAGES = EACH 1000 MS
 MEAN RESPONSE TIME = 4220.9 MS
 STANDARD DEVIATION = 4384.0 MS

STATISTICS FOR CPU (F1-F5)

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
1	.000	3.558
2	.000	3.348
3	.000	3.222
4	.000	3.412
5	.000	1.951

STATISTICS FOR LINES (CONCENTRATOR-COMPUTER)

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
6	.385	952.778
7	.376	956.742
8	.368	948.847
9	.380	985.385
10	.371	967.126

STATISTICS FOR LINES (COMPUTER-COMPUTER)

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
11	.135	460.871
12	.126	474.729
13	.136	484.597
14	.143	500.750
15	.143	480.205

STATISTICS FOR PROCESSING QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
1	1	.000	.099
2	2	.000	.280
3	1	.000	.014
4	1	.000	.123
5	1	.000	.000

STATISTICS FOR RESPONSE TERMINAL QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
6	3	.061	304.103
7	3	.076	386.642
8	2	.057	295.672
9	2	.062	321.311
10	2	.062	323.230

STATISTICS FOR QUESTION QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
11	1	.011	164.672
12	1	.010	143.889
13	1	.012	159.963
14	1	.007	124.603
15	1	.012	176.687
16	1	.011	168.757
17	1	.015	213.148
18	1	.010	143.805
19	1	.012	165.025
20	1	.013	183.851

//

STATISTICS FOR ANSWER QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
21	2	.005	69.378
22	1	.003	40.899
23	2	.002	34.822
24	1	.001	24.140
25	2	.001	15.657
26	1	.002	42.574
27	1	.002	33.805
28	1	.003	54.991
29	1	.002	29.361
30	1	.003	50.314

STATISTICS FOR CONCENTRATOR QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
31	7	.256	1266.162
32	5	.228	1159.321
33	6	.203	1046.796
34	5	.199	1034.431
35	7	.214	1114.609

STATISTICS FOR RESPONSE TIME

MEAN ARGUMENT		STANDARD DEVIATION		MULTIPLE OF MEAN	DEVIATION FROM MEAN
UPPER LIMIT	OBSERVED FREQUENCY	PER CENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENTAGE		
4220.902		4384.000			
0	0	.00	.0	-.000	-.962
1000	1597	31.93	31.9	.236	-.734
2000	557	11.13	43.0	.473	-.506
3000	417	8.33	51.4	.710	-.278
4000	388	7.75	59.1	.947	-.050
5000	354	7.07	66.2	1.184	.177
6000	324	6.47	72.7	1.421	.405
7000	303	6.05	78.7	1.658	.633
8000	185	3.69	82.4	1.895	.862
9000	161	3.21	85.7	2.132	1.090
10000	163	3.25	88.9	2.369	1.318
11000	98	1.95	90.9	2.606	1.546
12000	106	2.11	93.0	2.842	1.774
13000	76	1.51	94.5	3.079	2.002
14000	70	1.39	95.9	3.316	2.230
15000	49	.97	96.9	3.553	2.458
16000	45	.89	97.8	3.790	2.686
17000	29	.57	98.4	4.027	2.914
18000	17	.33	98.7	4.264	3.143
OVERFLOW	61	1.21	100.0		
AVERAGE VALUE OF OVERFLOW		20586.32			

NETWORK TOPOLOGICAL MATRIX

MATRIX HALFWORD SAVEVALUE 1

	COL.	1	2	3	4	5
ROW	1	0	0	2	5	0
	2	0	0	0	3	1
	3	2	0	0	0	4
	4	5	3	0	0	0
	5	0	1	4	0	0

*****FIVE COMPUTERS NETWORK - LIST OF RESULTS*****

LINE CONNECTING NODES 1 AND 5 IS DAMAGED

LINES (CONCENTRATOR-COMPUTER) CAPACITY = 2400BAUDS

LINES (COMPUTER-COMPUTER) CAPACITY = 4800BAUDS

8-BIT CHARACTER CODE

TIME UNIT = 1 MILLISECOND

ARRIVE RATE OF MESSAGES = EACH 1000 MS

MEAN RESPONSE TIME = 4721.4 MS

STANDARD DEVIATION = 4976.0 MS

STATISTICS FOR CPU (F1-F5)

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
1	.000	3.614
2	.001	8.001
3	.001	9.124
4	.001	8.880
5	.000	3.117

STATISTICS FOR LINES (CONCENTRATOR-COMPUTER)

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
6	.385	952.778
7	.376	956.849
8	.368	949.894
9	.380	984.985
10	.372	969.996

STATISTICS FOR LINES (COMPUTER-COMPUTER)

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
11	.174	462.794
12	.253	475.337
13	.264	481.885
14	.180	494.161

STATISTICS FOR PROCESSING QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
1	1	.000	.234
2	1	.000	.312
3	1	.000	.343
4	1	.000	.399
5	1	.000	.000

STATISTICS FOR RESPONSE TERMINAL QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
6	3	.083	412.015
7	3	.080	407.582
8	2	.059	308.585
9	3	.069	358.068
10	2	.081	423.235

STATISTICS FOR QUESTION QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
11	1	.016	171.822
13	1	.025	267.050
14	1	.038	294.456
15	1	.042	313.821
16	1	.045	342.251
17	1	.049	349.265
18	1	.024	275.076
20	1	.016	175.313

STATISTICS FOR ANSWER QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
21	1	.007	82.411
23	2	.001	11.405
24	2	.015	120.651
25	2	.009	71.174
26	2	.012	96.007
27	2	.015	110.479
28	1	.000	3.801
30	2	.014	157.348

STATISTICS FOR CONCENTRATOR QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
31	8	.286	1415.472
32	5	.235	1194.048
33	6	.206	1064.274
34	5	.198	1027.789
35	6	.228	1189.343

STATISTICS FOR RESPONSE TIME

MEAN ARGUMENT 4721.449		STANDARD DEVIATION 4976.000			
UPPER LIMIT	OBSERVED FREQUENCY	PER CENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENTAGE	MULTIPLE OF MEAN	DEVIATION FROM MEAN
0	0	.00	.0	-.000	-.948
1000	1484	29.67	29.6	.211	-.747
2000	546	10.91	40.5	.423	-.546
3000	389	7.77	48.3	.635	-.345
4000	384	7.67	56.0	.847	-.144
5000	368	7.35	63.4	1.058	.055
6000	337	6.73	70.1	1.270	.256
7000	293	5.85	76.0	1.482	.457
8000	180	3.59	79.6	1.694	.658
9000	164	3.27	82.8	1.906	.859
10000	165	3.29	86.1	2.117	1.060
11000	99	1.97	88.1	2.329	1.261
12000	96	1.91	90.0	2.541	1.462
13000	95	1.89	91.9	2.753	1.663
14000	75	1.49	93.4	2.965	1.864
15000	70	1.39	94.8	3.176	2.065
16000	50	.99	95.8	3.388	2.266
17000	47	.93	96.8	3.600	2.467
18000	34	.67	97.5	3.812	2.668
OVERFLOW	124	2.47	100.0		
AVERAGE VALUE OF OVERFLOW		21352.81			

NETWORK TOPOLOGICAL MATRIX

MATRIX HALFWORD SAVEVALUE 1

	COL. 1	2	3	4	5
ROW 1	0	0	2	2	2
2	0	0	0	3	3
3	2	0	0	0	4
4	3	3	0	0	0
5	4	4	4	0	0

MATRIX HALFWORD SAVEVALUE 2

	COL. 1	2	3	4	5
ROW 1	0	0	0	3	3
2	0	0	0	0	4
3	0	0	0	0	0
4	2	0	0	0	0
5	3	3	0	0	0

MATRIX HALFWORD SAVEVALUE 3

	COL. 1	2	3	4	5
ROW 1	0	0	0	0	4
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	2	0	0	0	0

```

*LOC      OPERATION  A,B,C,D,E,F,G      COMMENTS
SIMULATE

*
*****
*PROCESSOS NAO ESPECIALIZADOS      *
*HA 6 PROCESSOS NAO ESPECIALIZADOS  *
*****
*
** ATRIBUICAO DE PROCESSO AS MENSAGENS GERADAS NO NODO-J
   1 FUNCTION   RN1,D11
.50,1/.55,2/.60,3/.65,4/.70,5/.75,6/.80,7/.85,8/.90,9/.95,10/1,11
   2 FUNCTION   RN1,D11
.05,1/.55,2/.60,3/.65,4/.70,5/.75,6/.80,7/.85,8/.90,9/.95,10/1,11
   3 FUNCTION   RN1,D11
.05,1/.10,2/.60,3/.65,4/.70,5/.75,6/.80,7/.85,8/.90,9/.95,10/1,11
   4 FUNCTION   RN1,D11
.05,1/.10,2/.15,3/.65,4/.70,5/.75,6/.80,7/.85,8/.90,9/.95,10/1,11
   5 FUNCTION   RN1,D11
.05,1/.10,2/.15,3/.20,4/.70,5/.75,6/.80,7/.85,8/.90,9/.95,10/1,11
**
** FUNCAO EXPONENCIAL **
   6 FUNCTION   RN1,C24
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/
.75,1.38/.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/
.95,2.99/.96,3.2/.97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/
.999,7.0/.9997,8.0
**
** ATRIBUICAO DE NODO **
   7 FUNCTION   RN1,D5
.2,1/.4,2/.6,3/.8,4/1,5
**
** ATRIBUICAO DE FILA DE PERGUNTA **
   8 FUNCTION   V2,D10
12,11/15,12/21,13/23,14/32,15/34,16/43,17/45,18/51,19/54,20
**
** ATRIBUICAO DE FILA DE RESPOSTA **
   9 FUNCTION   V2,D10
12,21/15,22/21,23/23,24/32,25/34,26/43,27/45,28/51,29/54,30
**
** LINHAS DE TRANSMISSAO ENTRE OS NODOS **
  10 FUNCTION   V2,D10
12,11/15,15/21,11/23,12/32,12/34,13/43,13/45,14/51,15/54,14
**
** COMPRIMENTOS DAS MENSAGENS GERADAS

```

11 FUNCTION RN1,C5
0,10/.25,20/.50,30/.75,40/1,50

**

** COMPRIMENTOS DAS RESPOSTAS AOS TERMINAIS

12 FUNCTION RN1,C9
0,10/.125,20/.250,50/.375,100/.500,200/.625,500/.750,1000/
.875,1500/1,2000

15 FUNCTION P9,D6
1,1/2,2/3,3/4,4/5,5/11,0

**

GENERATE X1,FN6,,,,15,H
ASSIGN 1,FN7

ASSIGN 9,FN*1
ASSIGN 2,FN15
ASSIGN 6,FN11
ASSIGN 7,FN12
ASSIGN 8,X2,6

QUEUE V7

SEIZE V1

DEPART V7

ADVANCE V8

RELEASE V1

TEST NE P2,K0,XXX

TEST E P1,P2,AAA

XXX QUEUE *1

SEIZE *1

DEPART *1

TEST E P2,K0,YYY

ADVANCE K140

YYY ADVANCE P8

LABEL RELEASE *1

PRIORITY 1

CCC QUEUE V1

SEIZE V1

DEPART V1

ADVANCE V3

RELEASE V1

TABULATE 1

TERMINATE 1

AAA ASSIGN 10,P1

DDD ASSIGN 14*,1

TEST LE P14,K1,EEE

TEST NE MH*14(P1,P2),K0,EEE

ASSIGN V9,MH*14(P1,P2)

TRANSFER ,DDD


```

EEE  ASSIGN      V9,P2
      ASSIGN      14,K10
VOLTA ASSIGN      1,P*14
      ASSIGN      14+,1
      TEST NE     P*14,K0,DESV
      ASSIGN      2,P*14
      ASSIGN      3,FN8
      ASSIGN      4,FN10
      TEST LE     Q*3,Q*1,PULO
      QUEUE       *3
      SEIZE       *4
      DEPART      *3
      ADVANCE     V4
      RELEASE     *4
      TRANSFER    ,VOLTA
DESV  QUEUE       *2
      SEIZE       *2
      DEPART      *2
      ADVANCE     P8
HHH   RELEASE     *2
      PRIORITY    1
      ASSIGN      14-,K2
LOOP  ASSIGN      1,P*14
      ASSIGN      4,FN10
      ASSIGN      5,FN9
      QUEUE       *5
      SEIZE       *4
      DEPART      *5
      ADVANCE     V5
      RELEASE     *4
      ASSIGN      2,P*14
      ASSIGN      14-,1
      TEST NE     P14,K9,CCC
      TRANSFER    ,LOOP
PULO  QUEUE       *1
      SEIZE       *1
      DEPART      *1
      ADVANCE     V6
      TEST NE     P14,K11,LABEL
      ASSIGN      2,P1
      TRANSFER    ,HHH

```

**

** DEFINICAO DAS VARIAVEIS E TABELA **

```

1 VARIABLE  P1+5
2 VARIABLE  10*P1+P2

```

```

3 FVARIABLE (333*P7)/100
4 FVARIABLE (166*P6)/100
5 FVARIABLE (166*P7)/100
6 VARIABLE 140+P8
7 VARIABLE P1+K30
8 FVARIABLE (333*P6)/100
9 VARIABLE 10+P14
1 TABLE M1,0,1000,20
1 MATRIX H,5,5

```

**

** INICIALIZACAO DOS DADOS **

**

```

INITIAL X2,2
INITIAL MH1(1,3),2/MH1(1,4),5/MH1(2,4),3/MH1(2,5),1
INITIAL MH1(3,5),4/MH1(4,1),5/MH1(4,2),3/MH1(5,2),1
INITIAL MH1(3,1),2/MH1(5,3),4
INITIAL X1,6000
START 500,NP
RESET
START 5000
RESET
INITIAL X1,1500
START 5000
RESET
INITIAL X1,1000
START 5000
RESET
INITIAL X1,750
START 5000
RESET
INITIAL X1,600
START 5000
RESET
INITIAL X1,500
START 5000
RESET

INITIAL X1,428
START 5000
REPORT
CLO INCLUDE 0
BLO INCLUDE 0
SAV INCLUDE 0
EJECT
SPACE 1
SPACE 2

```

```

      SPACE      2
*****FIVE COMPUTERS NETWORK    -    LIST OF RESULTS*****
      SPACE      2
*LINE (CONCENTRATOR-COMPUTER)  CAPACITY = 2400BAUDS
*LINE (  COMPUTER-COMPUTER  )  CAPACITY = 4800BAUDS
*8-BIT CHARACTER CODE
*TIME UNIT = 1 MILLISECOND
      SPACE      1
  7   TEXT      ARRIVE RATE OF MESSAGES = EACH#X1,2/XXXXX# MS
 12   TEXT      MEAN RESPONSE TIME = #T1,3/XXXXX.X#  MS
 12   TEXT      STANDARD DEVIATION = #T1,4/XXXXX.X#  MS
      SPACE      3
*      STATISTICS FOR CPU (F1-F5)
      SPACE      1
FAC   INCLUDE    F1-F5/1,2,4
      SPACE      2
*      STATISTICS FOR LINES (CONCENTRATOR-COMPUTER)
      SPACE      1
FAC   INCLUDE    F6-F10/1,2,4
      SPACE      2
*      STATISTICS FOR LINES (COMPUTER-COMPUTER)
      SPACE      1
FAC   INCLUDE    F11-F15/1,2,4
      EJECT
      SPACE      2
      SPACE      3
      SPACE      3
      SPACE      3
*      STATISTICS FOR PROCESSING QUEUES
      SPACE      1
QUE   INCLUDE    Q1-Q5/1,2,3,7
      SPACE      2
*      STATISTICS FOR RESPONSE TERMINAL QUEUES
      SPACE      1
QUE   INCLUDE    Q6-Q10/1,2,3,7
      SPACE      2
*      STATISTICS FOR QUESTION QUEUES
      SPACE      1
QUE   INCLUDE    Q11-Q20/1,2,3,7
      EJECT
      SPACE      2
      SPACE      3
      SPACE      3
      SPACE      3
      SPACE      1
*      STATISTICS FOR ANSWER QUEUES

```

SPACE 1
 QUE INCLUDE Q21-Q30/1,2,3,7

SPACE 5

* STATISTICS FOR CONCENTRATOR QUEUES

SPACE 1
 QUE INCLUDE Q31-Q35/1,2,3,7

EJECT

SPACE 3

SPACE 3

SPACE 3

* STATISTICS FOR RESPONSE TIME

SPACE 3
 TAB INCLUDE T1/3,4,10,11,12,13,15,16

EJECT

SPACE 3

SPACE 2

SPACE 3

SPACE 3

SPACE 3

SPACE 3

SPACE 3

SPACE 3

*NETWORK TOPOLOGICAL MATRIX

SPACE 3

MHSAV INCLUDE ,MH1

EJECT

END

*****FIVE COMPUTERS NETWORK - LIST OF RESULTS*****

LINES (CONCENTRATOR-COMPUTER) CAPACITY = 2400BAUDS
 LINES (COMPUTER-COMPUTER) CAPACITY = 4800BAUDS
 8-BIT CHARACTER CODE
 TIME UNIT = 1 MILLISECOND

ARRIVE RATE OF MESSAGES = EACH 1000 MS
 MEAN RESPONSE TIME = 3638.4 MS
 STANDARD DEVIATION = 3702.0 MS

STATISTICS FOR CPU (F1-F5)

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
1	.008	41.632
2	.008	41.508
3	.008	43.144
4	.007	41.245
5	.008	45.366

STATISTICS FOR LINES (CONCENTRATOR-COMPUTER)

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
6	.385	953.621
7	.376	956.025
8	.368	949.715
9	.380	984.898
10	.372	968.203

STATISTICS FOR LINES (COMPUTER-COMPUTER)

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
11	.054	444.610
12	.059	467.779
13	.050	434.241
14	.055	470.054
15	.053	498.584

STATISTICS FOR PROCESSING QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
1	2	.000	1.786
2	2	.000	2.854
3	1	.000	1.753
4	2	.000	1.486
5	2	.000	2.137

STATISTICS FOR RESPONSE TERMINAL QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
6	3	.055	276.698
7	3	.058	297.487
8	3	.052	270.145
9	2	.042	218.675
10	3	.058	306.697

STATISTICS FOR QUESTION QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
11	1	.000	26.878
12	1	.001	50.022
13	1	.000	23.467
14	1	.002	71.262
15	1	.003	101.137
16	1	.000	22.472
17	1	.001	41.525
18	1	.002	83.299
19	1	.002	87.277
20	1	.002	80.020

STATISTICS FOR ANSWER QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
21	1	.000	22.866
22	1	.000	1.666
23	1	.000	15.305
24	1	.000	10.121
25	1	.000	7.343
26	2	.000	18.013
27	1	.000	8.012
28	1	.000	12.343
29	1	.000	13.354
30	1	.000	1.965

STATISTICS FOR CONCENTRATOR QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
31	7	.243	1203.611
32	6	.238	1209.442
33	6	.199	1025.883
34	4	.195	1013.957
35	6	.196	1020.169

STATISTICS FOR RESPONSE TIME

MEAN ARGUMENT		STANDARD DEVIATION			
3638.451		3702.000			
UPPER LIMIT	OBSERVED FREQUENCY	PER CENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENTAGE	MULTIPLE OF MEAN	DEVIATION FROM MEAN
0	0	.00	.0	-.000	-.982
1000	1698	33.95	33.9	.274	-.712
2000	559	11.17	45.1	.549	-.442
3000	455	9.09	54.2	.824	-.172
4000	387	7.73	61.9	1.099	.097
5000	411	8.21	70.1	1.374	.367
6000	382	7.63	77.8	1.649	.637
7000	363	7.25	85.0	1.923	.908
8000	147	2.93	88.0	2.198	1.178
9000	123	2.45	90.4	2.473	1.448
10000	132	2.63	93.1	2.748	1.718
11000	89	1.77	94.9	3.023	1.988
12000	78	1.55	96.4	3.298	2.258
13000	49	.97	97.4	3.572	2.528
14000	41	.81	98.2	3.847	2.798
15000	19	.37	98.6	4.122	3.069
16000	22	.43	99.0	4.397	3.339
17000	16	.31	99.4	4.672	3.609
18000	6	.11	99.5	4.947	3.879
OVERFLOW	23	.45	100.0		
AVERAGE VALUE OF OVERFLOW		21454.04			


```

*LOC      OPERATION  A,B,C,D,E,F,G      COMMENTS
      SIMULATE

*
*****
*REDUNDANCIA DE PROCESSOS                      *
*APENAS 2 PROCESSOS SAO DISTINTOS              *
*****
*
** ATRIBUICAO DE PROCESSO AS MENSAGENS GERADAS NO NODO-J
      1 FUNCTION      RN1,D2
.5,1/1,5
      2 FUNCTION      RN1,D2
.5,2/1,5
      3 FUNCTION      RN1,D2
.5,3/1,4
      4 FUNCTION      RN1,D2
.5,3/1,4
      5 FUNCTION      RN1,D2
.5,1/1,5
**
** FUNCAO-EXPONENCIAL **
      6 FUNCTION      RN1,C24
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/
.75,1.38/.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/
.95,2.99/.96,3.2/.97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/
.999,7.0/.9997,8.0
**
** ATRIBUICAO DE NODO **
      7 FUNCTION      RN1,D5
.2,1/.4,2/.6,3/.8,4/1,5
**
** ATRIBUICAO DE FILA DE PERGUNTA **
      8 FUNCTION      V2,D10
12,11/15,12/21,13/23,14/32,15/34,16/43,17/45,18/51,19/54,20
**
** ATRIBUICAO DE FILA DE RESPOSTA **
      9 FUNCTION      V2,D10
12,21/15,22/21,23/23,24/32,25/34,26/43,27/45,28/51,29/54,30
**
** LINHAS DE TRANSMISSAO ENTRE OS NODOS **
     10 FUNCTION      V2,D10
12,11/15,15/21,11/23,12/32,12/34,13/43,13/45,14/51,15/54,14
**
** COMPRIMENTOS DAS MENSAGENS GERADAS

```

11 FUNCTION RN1,C5
0,10/.25,20/.50,30/.75,40/1,50

**

** COMPRIMENTOS DAS RESPOSTAS AOS TERMINAIS

12 FUNCTION RN1,C9
0,10/.125,20/.250,50/.375,100/.500,200/.625,500/.750,1000/
.875,1500/1,2000

**

GENERATE X1, FN6,,,,15,H
ASSIGN 1, FN7
ASSIGN 2, FN#1
ASSIGN 6, FN11

ASSIGN 7, FN12
ASSIGN 8, X2, 6
QUEUE V7
SEIZE V1
DEPART V7
ADVANCE V8
RELEASE V1
TEST E P1, P2, AAA

QUEUE *1
SEIZE *1
DEPART *1
ADVANCE P8

LABEL RELEASE *1
PRIORITY 1

CCC QUEUE V1
SEIZE V1
DEPART V1
ADVANCE V3
RELEASE V1
TABULATE 1
TERMINATE 1

AAA ASSIGN 10, P1

DDD ASSIGN 14+, 1
TEST LE P14, K1, EEE
TEST NE MH*14 (P1, P2), K0, EEE
ASSIGN V9, MH*14 (P1, P2)
TRANSFER , DDD

EEE ASSIGN V9, P2
ASSIGN 14, K10

VOLTA ASSIGN 1, P*14
ASSIGN 14+, 1
TEST NE P*14, K0, DESV
ASSIGN 2, P*14

	ASSIGN	3, FN8
	ASSIGN	4, FN10
	TEST LE	Q*3, Q*1, PULO
	QUEUE	*3
	SEIZE	*4
	DEPART	*3
	ADVANCE	V4
	RELEASE	*4
	TRANSFER	, VOLTA
DESV	QUEUE	*2
	SEIZE	*2
	DEPART	*2
	ADVANCE	P8
HHH	RELEASE	*2
	PRIORITY	1
	ASSIGN	14-, K2
LOOP	ASSIGN	1, P*14
	ASSIGN	4, FN10
	ASSIGN	5, FN9
	QUEUE	*5
	SEIZE	*4
	DEPART	*5
	ADVANCE	V5
	RELEASE	*4

	ASSIGN	2, P*14
	ASSIGN	14-, 1
	TEST NE	P14, K9, CCC
	TRANSFER	, LOOP
PULO	QUEUE	*1
	SEIZE	*1
	DEPART	*1
	ADVANCE	V6
	TEST NE	P14, K11, LABEL
	ASSIGN	2, P1
	TRANSFER	, HHH

**

** DEFINICAO DAS VARIAVEIS E TABELA **

1	VARIABLE	P1+5
2	VARIABLE	10*P1+P2
3	FVARIABLE	(333*P7)/100
4	FVARIABLE	(166*P6)/100
5	FVARIABLE	(166*P7)/100
6	VARIABLE	140+P8
7	VARIABLE	P1+K30
8	FVARIABLE	(333*P6)/100

9 VARIABLE 10+P14
1 TABLE M1,0,1000,20
1 MATRIX H,5,5

**

** INICIALIZACAO DOS DADOS **

**

INITIAL X2,2
INITIAL MH1(1,3),2/MH1(1,4),5/MH1(2,4),3/MH1(2,5),1
INITIAL MH1(3,5),4/MH1(4,1),5/MH1(4,2),3/MH1(5,2),1
INITIAL MH1(3,1),2/MH1(5,3),4
INITIAL X1,6000
START 500,NP
RESET
START 5000
RESET
INITIAL X1,1500
START 5000
RESET
INITIAL X1,1000
START 5000
RESET
INITIAL X1,750
START 5000
RESET
INITIAL X1,600
START 5000
RESET
INITIAL X1,500
START 5000
RESET
INITIAL X1,428
START 5000
REPORT

CLO INCLUDE 0
BLO INCLUDE 0
SAV INCLUDE 0

EJECT
SPACE 1
SPACE 2
SPACE 2

*****FIVE COMPUTERS NETWORK - LIST OF RESULTS*****

SPACE 2

*LINES (CONCENTRATOR-COMPUTER) CAPACITY = 2400BAUDS

*LINES (COMPUTER-COMPUTER) CAPACITY = 4800BAUDS

*8-BIT CHARACTER CODE

*TIME UNIT = 1 MILLISECOND

7 SPACE 1
 7 TEXT ARRIVE RATE OF MESSAGES = EACH#X1,2/XXXXX# MS
 12 TEXT MEAN RESPONSE TIME = #T1,3/XXXXX.X# MS
 12 TEXT STANDARD DEVIATION = #T1,4/XXXXX.X# MS
 SPACE 3

* STATISTICS FOR CPU (F1-F5)

SPACE 1
 FAC INCLUDE F1-F5/1,2,4
 SPACE 2

* STATISTICS FOR LINES (CONCENTRATOR-COMPUTER)

SPACE 1
 FAC INCLUDE F6-F10/1,2,4
 SPACE 2

* STATISTICS FOR LINES (COMPUTER-COMPUTER)

SPACE 1
 FAC INCLUDE F11-F15/1,2,4
 EJECT
 SPACE 2
 SPACE 3
 SPACE 3
 SPACE 3

* STATISTICS FOR PROCESSING QUEUES

SPACE 1
 QUE INCLUDE Q1-Q5/1,2,3,7
 SPACE 2

* STATISTICS FOR RESPONSE TERMINAL QUEUES

SPACE 1
 QUE INCLUDE Q6-Q10/1,2,3,7
 SPACE 2

* STATISTICS FOR QUESTION QUEUES

SPACE 1
 QUE INCLUDE Q11-Q20/1,2,3,7
 EJECT
 SPACE 2
 SPACE 3
 SPACE 3
 SPACE 3
 SPACE 1

* STATISTICS FOR ANSWER QUEUES

SPACE 1
 QUE INCLUDE Q21-Q30/1,2,3,7
 SPACE 5

* STATISTICS FOR CONCENTRATOR QUEUES

SPACE 1
 QUE INCLUDE Q31-Q35/1,2,3,7

EJECT
SPACE 3

SPACE 3
SPACE 3

*

STATISTICS FOR RESPONSE TIME

TAB SPACE 3
INCLUDE T1/3,4,10,11,12,13,15,16

EJECT
SPACE 3
SPACE 2
SPACE 3
SPACE 3
SPACE 3
SPACE 3
SPACE 3
SPACE 3
SPACE 3

*NETWORK TOPOLOGICAL MATRIX

SPACE 3

MHSAV INCLUDE ,MH1

EJECT
END

*****FIVE COMPUTERS NETWORK - LIST OF RESULTS*****

LINES (CONCENTRATOR-COMPUTER) CAPACITY = 2400BAUDS
 LINES (COMPUTER-COMPUTER) CAPACITY = 4800BAUDS
 8-BIT CHARACTER CODE
 TIME UNIT = 1 MILLISECOND

ARRIVE RATE OF MESSAGES = EACH 1000 MS
 MEAN RESPONSE TIME = 4091.6 MS
 STANDARD DEVIATION = 4144.0 MS

STATISTICS FOR CPU (F1-F5)

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
1	.002	10.279
2	.000	3.152
3	.000	3.561
4	.000	3.585
5	.000	3.445

STATISTICS FOR LINES (CONCENTRATOR-COMPUTER)

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
6	.385	952.778
7	.376	957.118
8	.368	949.091
9	.380	984.663
10	.371	965.564

STATISTICS FOR LINES (COMPUTER-COMPUTER)

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
11	.092	483.336
13	.184	479.862
15	.262	483.165

STATISTICS FOR PROCESSING QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
1	1	.000	.684
2	1	.000	.000
3	1	.000	.006
4	1	.000	.204
5	1	.000	.084

STATISTICS FOR RESPONSE TERMINAL QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
6	4	.060	300.760
7	4	.087	443.358
8	3	.063	325.127
9	3	.060	314.053
10	3	.062	324.647

STATISTICS FOR QUESTION QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
12	1	.048	268.306
13	1	.008	86.776
16	1	.019	210.502
17	1	.018	193.486
19	1	.026	292.753

STATISTICS FOR ANSWER QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
22	2	.002	16.157
23	2	.011	117.309
26	2	.003	36.605
27	2	.001	16.282
29	2	.002	24.701

STATISTICS FOR CONCENTRATOR QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
31	7	.246	1218.935
32	7	.258	1312.424
33	6	.218	1124.287
34	4	.178	923.311
35	5	.204	1061.168

STATISTICS FOR RESPONSE TIME

MEAN ARGUMENT		STANDARD DEVIATION			
4091.625		4144.000			
UPPER LIMIT	OBSERVED FREQUENCY	PER CENT OF TOTAL	CUMULATIVE PERCENTAGE	MULTIPLE OF MEAN	DEVIATION FROM MEAN
0	0	.00	.0	-.000	-.987
1000	1609	32.17	32.1	.244	-.746
2000	535	10.69	42.8	.488	-.504
3000	413	8.25	51.1	.733	-.263
4000	388	7.75	58.8	.977	-.022
5000	374	7.47	66.3	1.222	.219
6000	355	7.09	73.4	1.466	.460
7000	316	6.31	79.7	1.710	.701
8000	174	3.47	83.2	1.955	.943
9000	196	3.91	87.1	2.199	1.184
10000	166	3.31	90.5	2.444	1.425
11000	101	2.01	92.5	2.688	1.667
12000	98	1.95	94.4	2.932	1.908
13000	69	1.37	95.8	3.177	2.149
14000	62	1.23	97.1	3.421	2.391
15000	36	.71	97.8	3.666	2.632
16000	28	.55	98.3	3.910	2.873
17000	20	.39	98.7	4.154	3.114
18000	12	.23	99.0	4.399	3.356
OVERFLOW	48	.95	100.0		
AVERAGE VALUE OF OVERFLOW		20850.87			

NETWORK TOPOLOGICAL MATRIX

MATRIX HALFWORD SAVEVALUE 1

	COL.	1	2	3	4	5
ROW	1	0	0	2	5	0
	2	0	0	0	3	1
	3	2	0	0	0	4
	4	5	3	0	0	0
	5	0	1	4	0	0

*****FIVE COMPUTERS NETWORK - LIST OF RESULTS*****
 *****OUTRO CRITERIO DE COMPARACAO DE FILAS NOS NODOS*****

K(I,J) = .5

LINES (CONCENTRATOR-COMPUTER) CAPACITY = 2400BAUDS
 LINES (COMPUTER-COMPUTER) CAPACITY = 50000BAUDS
 8-BIT CHARACTER CODE
 TIME UNIT = 1 MILLISECOND

ARRIVE RATE OF MESSAGES = EACH 400 MS
 MEAN RESPONSE TIME = 317.4 MS
 STANDARD DEVIATION = 87.8 MS

STATISTICS FOR CPU (F1-F5)

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
1	.000	1.641
2	.000	1.432
3	.000	1.499
4	.000	1.478
5	.000	1.533

STATISTICS FOR LINES (CONCENTRATOR-COMPUTER)

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
6	.137	139.771
7	.135	139.702
8	.131	139.517
9	.145	139.247
10	.136	138.844

STATISTICS FOR LINES (COMPUTER-COMPUTER)

FACILITY	AVERAGE UTILIZATION	AVERAGE TIME/TRAN
11	.004	6.257
12	.004	6.244
13	.004	6.272
14	.004	6.221
15	.004	6.251

STATISTICS FOR PROCESSING QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
1	1	.000	.000
2	1	.000	.000
3	1	.000	.000
4	1	.000	.000
5	1	.000	.001

STATISTICS FOR RESPONSE TERMINAL QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
6	2	.006	13.316
7	2	.007	15.361
8	2	.006	14.550
9	2	.005	11.332
10	2	.003	8.066

STATISTICS FOR QUESTION QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
11	1	.000	.027
12	1	.000	.010
13	1	.000	.019
14	1	.000	.008
15	1	.000	.030
16	1	.000	.015
17	1	.000	.030
18	1	.000	.016
19	1	.000	.000
20	1	.000	.000

STATISTICS FOR ANSWER QUEUES

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
21	1	.000	.000
22	1	.000	.000
23	1	.000	.010
24	1	.000	.000
25	1	.000	.000
26	1	.000	.018
27	1	.000	.000
28	1	.000	.000
29	1	.000	.014
30	1	.000	.000

----- STATISTICS FOR CONCENTRATOR QUEUES -----

QUEUE	MAXIMUM CONTENTS	AVERAGE CONTENTS	AVERAGE TIME/TRANS
31	2	.007	15.556
32	3	.009	19.970
33	2	.006	13.715
34	2	.007	13.884
35	3	.007	14.360

APÊNDICE 7GRÁFICOS DO TEMPO DE RESPOSTA EM FUNÇÃO DA ENTRADA

Gráfico 7.1 - Rede de Três Computadores

Gráfico 7.2 - Rede Pentagonal de Computadores

Gráfico 7.3 - Sistemas Clássicos (Sistemas com uma e três partições;
linhas de 2400 Bauds)

Gráfico 7.4 - Sistema Clássico com uma Partição (Política simples e
astuciosa de gestão das mensagens; linhas de 9600
Bauds)

Gráfico 7.5 - Sistema Clássico com uma Partição (Política simples de
gestão das mensagens; linhas de 1200 Bauds).

Gráfico 7.1 (Rede de 3 computadores)

Linhas (CONCENTRADOR-COMPUTADOR) = 2400 Bauds

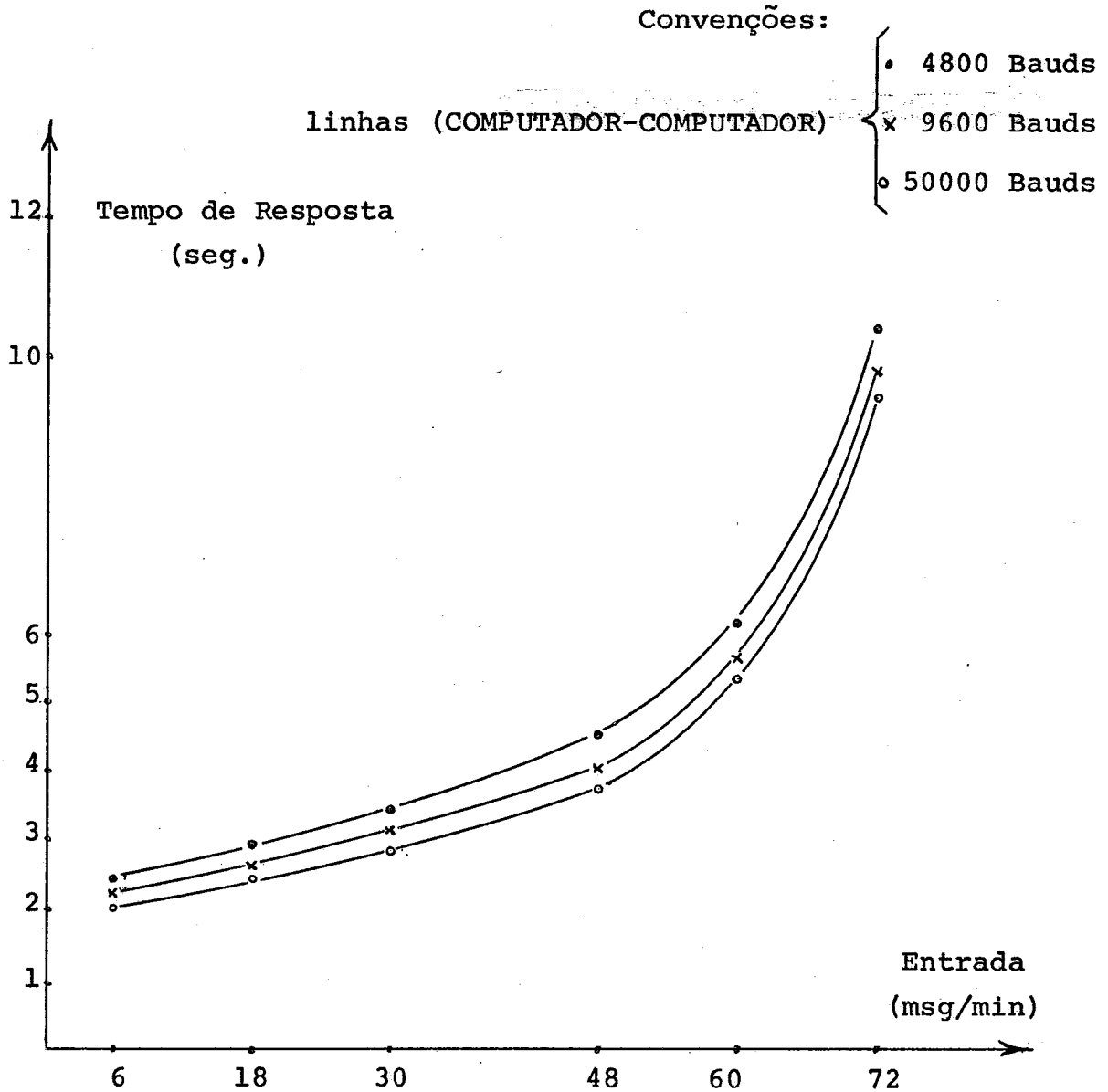


Gráfico 7.2 (Rede Pentagonal de Computadores)

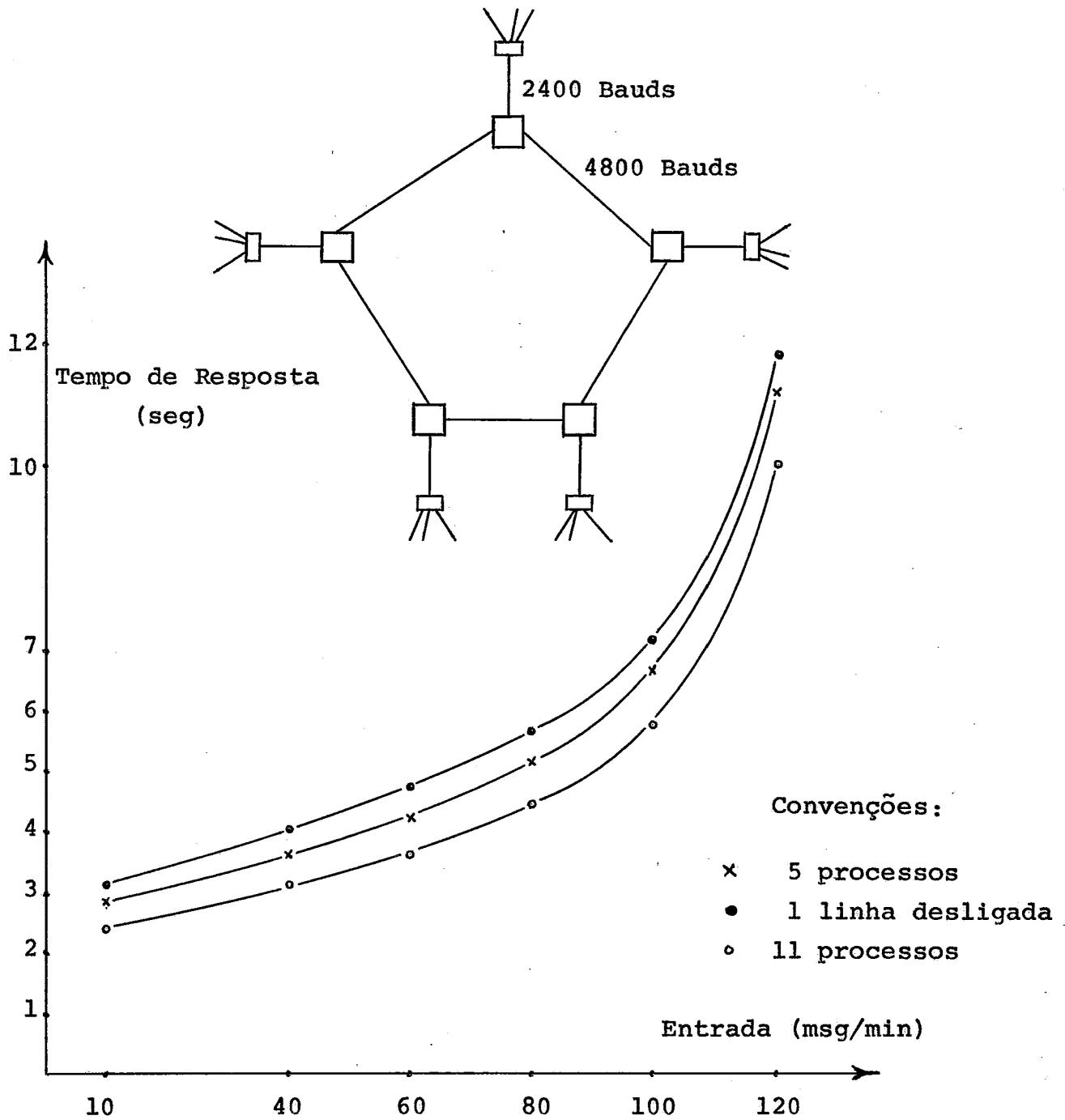


Gráfico 7.3 (Sistemas Clássicos)

linhas de 2400 Bauds

Convenções:

- 1 partição
- x 3 partições

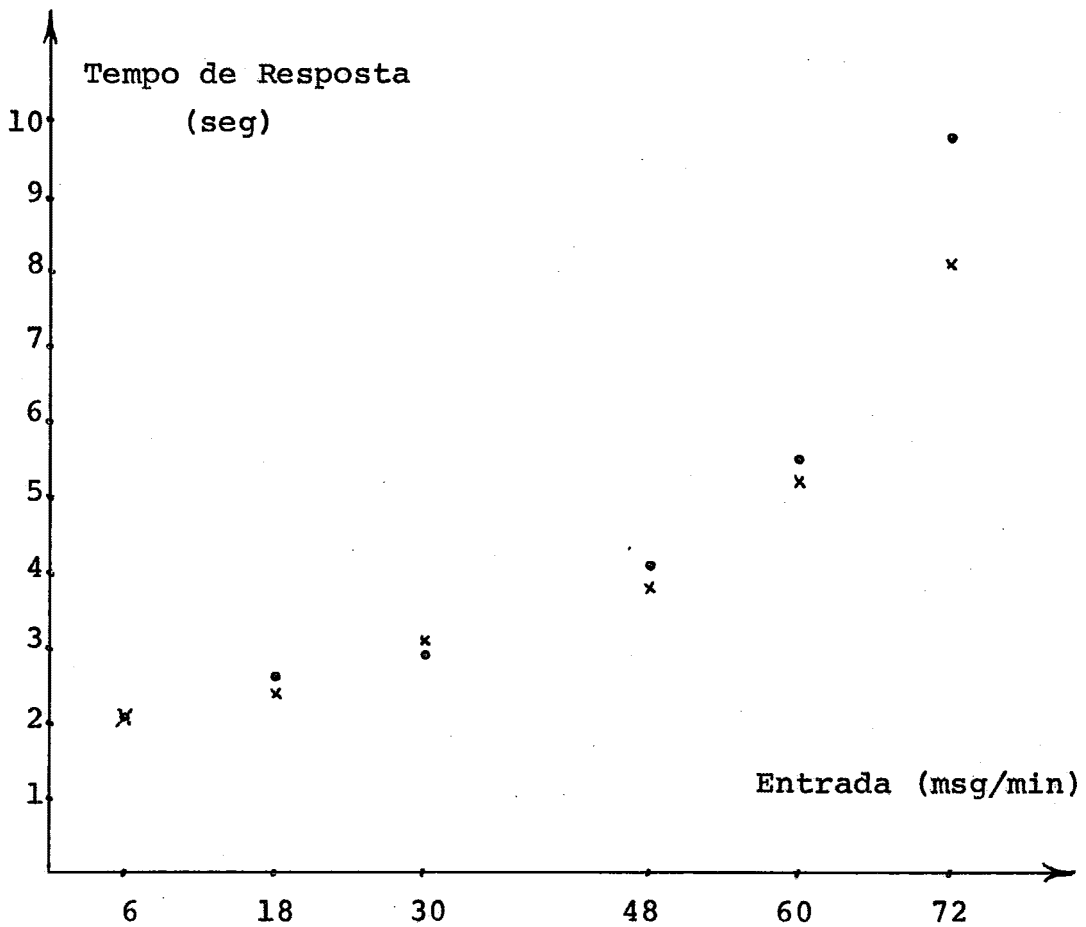


Gráfico 7.4 (Sistema Clássico com uma Partição)

linhas de 9600 Bauds

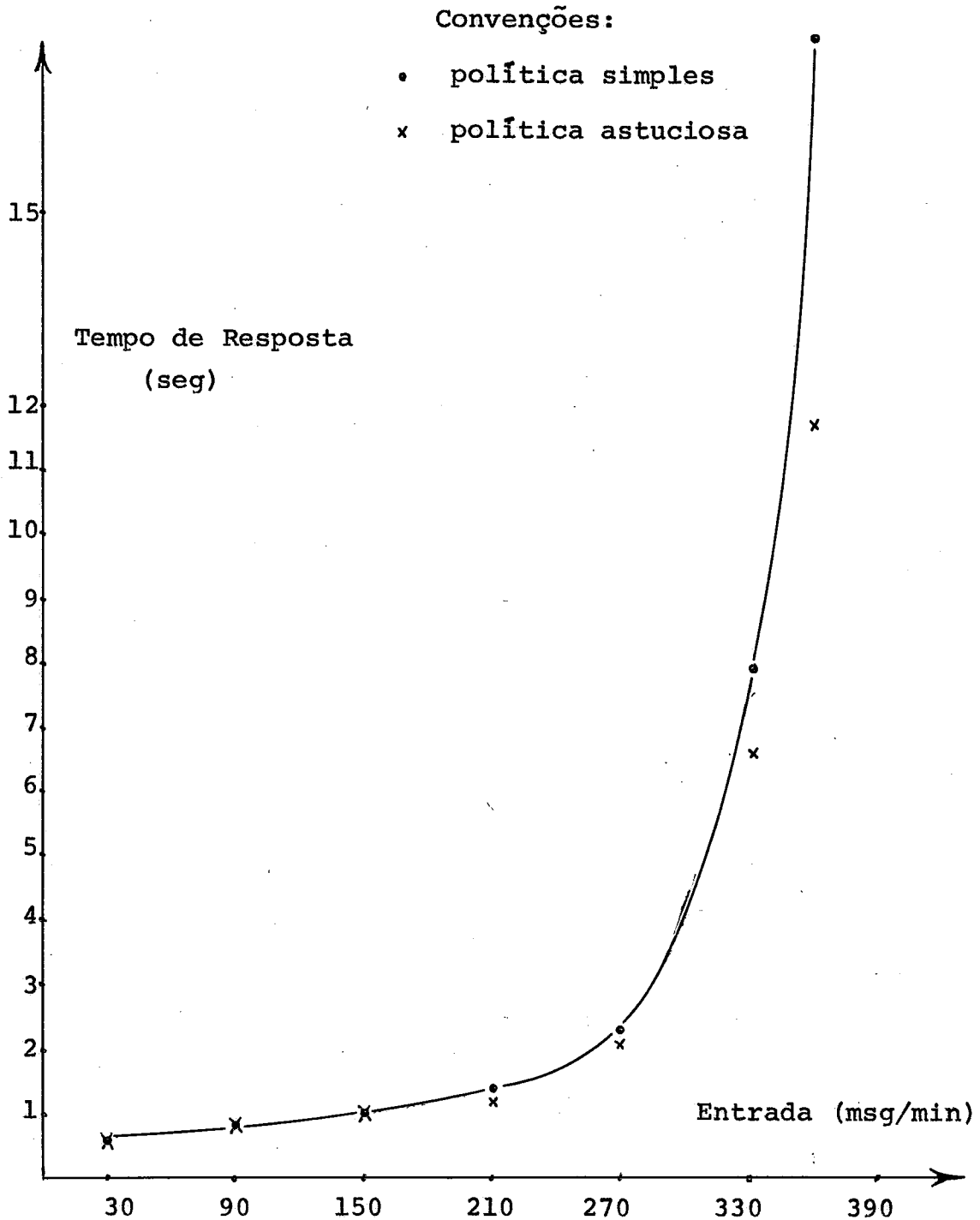
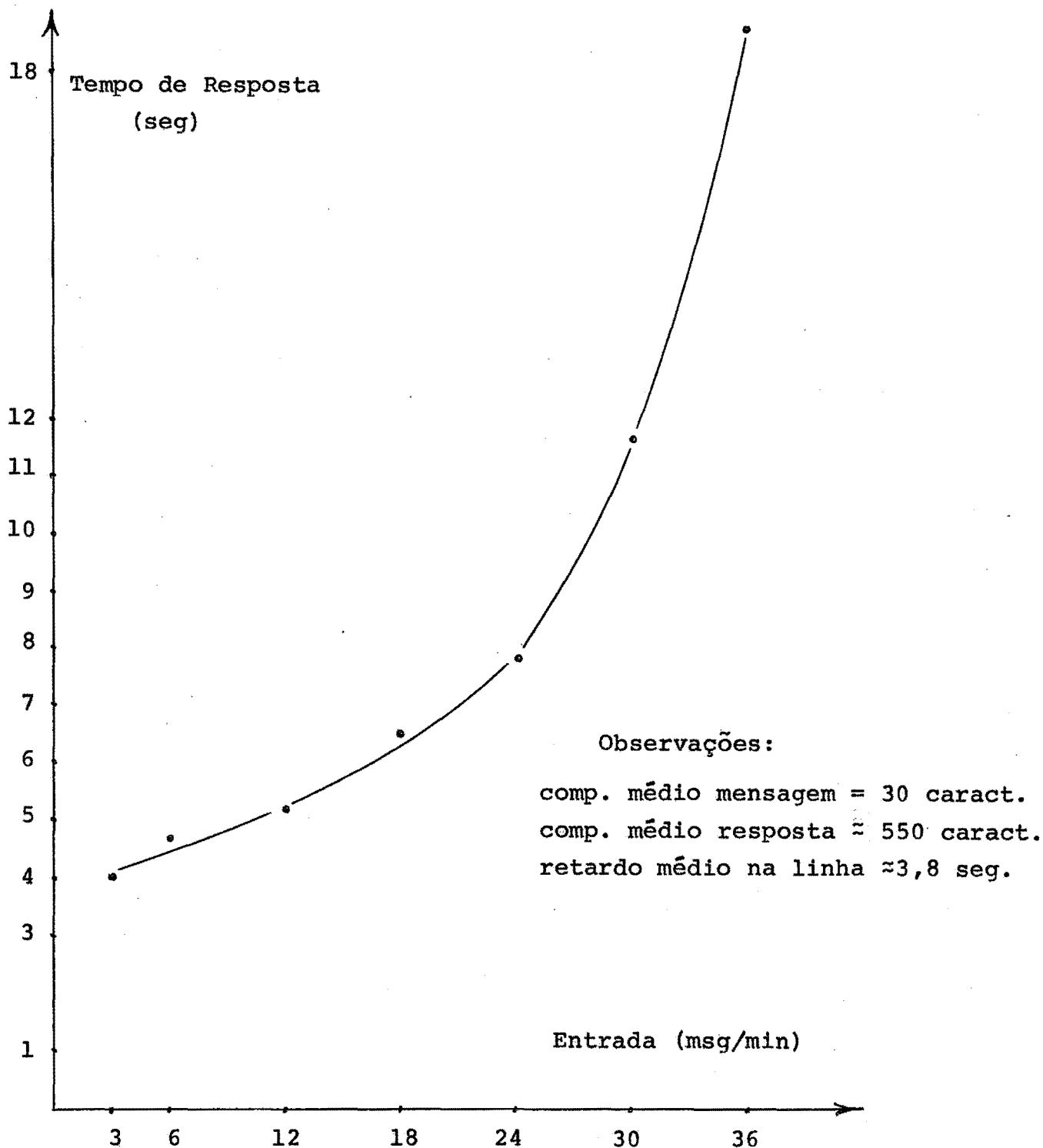


Gráfico 7.5 (Sistema Clássico com uma Partição)
política simples - linha de 1200 Bauds



APÊNDICE 8Cartões de Controle para o GPSS

```
//jobname JOB
//JOB LIB DD DSNAME=GPSSN,DISP=OLD
//STEP1 EXEC PGM=DAGØ1,PARM=B,TIME=nn
//DOUTPUT DD SYSOUT=A
//DINTERO DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(1Ø,1Ø))
//DSYMTAB DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(1Ø,1Ø))
//DREPTGEN DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(1Ø,1Ø))
//DINTWORK DD UNIT=(SYSDA,SEP=(DINTERO)),
//          SPACE=(TRK,(1Ø,1Ø))
//DINPUT1 DD *
```

APÊNDICE 9

Programa FORTRAN utilizado para controle de margem e
do número de linhas na folha de impressão

```
//STEP2 EXEC FORTGCLG,PARM.LKED=(NOXREF,NOLIST)
```

```
//FORT.SYSIN DD *
```

```
DATA A/'ND '/' ,XP/' '/'
```

```
DIMENSION T(33)
```

```
1Ø WRITE(6,11) XP
```

```
2Ø J=1
```

```
3Ø READ(1,14) U,T
```

```
WRITE(6,15) (T(I)=3,25)
```

```
IF(T(5) .EQ. A) GO TO 4Ø
```

```
J=J+1
```

```
IF(J .LE. 46) GO TO 3Ø
```

```
GO TO 1Ø
```

```
4Ø WRITE(6,12)
```

```
5Ø READ(1,14,END=7Ø) U,T
```

```
WRITE(6,16) U, (T(I), I=1,25)
```

```
GO TO 5Ø
```

```
7Ø STOP
```

```
11 FORMAT('1',////////,3X,A1)
```

```
12 FORMAT('1')
```

```
14 FORMAT(A1,33A4)
```

15 FORMAT(10X,23A4)

16 FORMAT(A1,10X,25A4)

END

/*

//GO.FT01F0001 DD DSN=&&CVCSAI,UNIT=2314,VOL=SER=LIXO01,

// DISP=(OLD,DELETE,DELETE)

APÊNDICE 10

(A presente tabela foi extraída da referência 3, página 19, e, por isso, não foi traduzida).

Normal Quantity of GPSS/360 Entities

<u>Entity Type</u>	Basic Core Allocation <u>Per Item (bytes)</u>	Normal Quantity		
		<u>64K(j)</u>	<u>128K</u>	<u>266K and up</u>
Transactions	16 (a)	200	600	1200
Blocks	12 (b)	120	500	1000
Facilities	28	35	150	300
Storages	40	35	150	300
Queues	32	70	150	300
Logic Switches	6	200	400	1000
Tables	48 (c)	15	30	100
Functions	32 (d)	20	50	200
Variables	48 (e)	20	50	200
Savevalues(fullword)	4	100	400	1000
Savevalues(halfword)	2	50	200	500
User chains	24	20	40	100
Groups	4 (f)	5	10	25
Boolean Variable	32 (g)	5	10	25
Matrix Savevalue (full)	24 (h)	5	10	25
Matrix Savevalue (half)	24 (i)	5	10	25

(a) Add 20 bytes of common for every active transaction plus

additional bytes for parameters (2 bytes per halfword parameter, 4 bytes per full word parameter).

- (b) Add 4 bytes of common for each block with more than one argument specified; add 12 bytes per block argument when any field contains a Matrix Savevalue SNA.
- (c) Add 4 bytes of common for each frequency class.
- (d) Add 4 bytes of common for each point of an L or M type function.
Add 8 bytes of common for each set of coordinates of a D or E type function.
Add 12 bytes of common for each set of coordinates of a C type function.
- (e) Add 12 bytes of common for each SNA element; add 20 bytes if it is a matrix savevalue.
Add 20 bytes of common for each set of parentheses.
Add 8 bytes of common for most operations (+, @, -, /, *).
- (f) Add 36 bytes of common when first value is joined to Group ; additional blocks of 36 bytes are obtained each time current contents of Group exceed a multiple of 15.
- (g) See "Core Allocation for GPSS/360 Boolean Variable Entities" in Chapter 4 for additional bytes of common required.
- (h) Add 4 bytes of common for each element.
- (i) Add 2 bytes of common for each element.
- (j) The 64K version of GPSS/360 operates under DOS/360 only.